



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of: **Kazumoto HASEGAWA, ET AL.**

U.S. Serial No.: **09/671,468**

Filed : **September 27, 2000**

Title : **DIGITAL SUBSCRIBER LINE TRANSMISSION METHOD,  
APPARATUS AND SYSTEM**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

May 30, 2001

RECEIVED

JUN 07 2001

Technology Center 2600

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Attached herewith is JAPANESE patent application no. PCT/JP99/02673 Filed  
May 21, 1999 whose priority has been claimed in the present application.

Any fee, due as a result of this paper, not covered by an enclosed check, may be  
charged to Deposit Acct. No. 08-1634.

Any fee due with this paper, not fully  
served by an enclosed check, may be  
charged on deposit Acct. No. 08-1634

Respectfully submitted,

[X] Samson Helfgott  
Reg. No. 23,072

HELFGOTT & KARAS, P.C.  
60TH FLOOR  
EMPIRE STATE BUILDING  
NEW YORK, NEW YORK 10118  
DATE: MAY 30, 2001  
DOCKET NO.: FUSA 17.792  
TELEPHONE: (212) 643-5000

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE  
IS BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES  
POSTAL SERVICE AS CERTIFIED MAIL IN AN  
ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER OF  
PATENTS AND TRADEMARKS, WASHINGTON, D.C.  
20231, ON THE DATE INDICATED BELOW.

BY

DATE

May 30, 2001



日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

RECEIVED

JUN 07 2001

Technology Center 2600

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 1999年 5月21日  
Date of Application:

出願番号 PCT/JP99/02673  
Application Number:

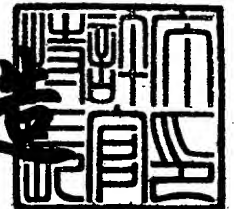
出願人 富士通株式会社  
Applicant (s): 長谷川 一知  
朝比奈 秀剛  
三好 清司  
小泉 伸和  
栗田 豊

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 4月 13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証平 13-500082

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 1999年05月21日 (21. 05. 1999) 金曜日 11時05分44秒

9902040

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	この特許協力条約に基づく 国際出願願書(様式 - PCT/RO/101)は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.83 (updated 01. 03. 1999)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許 協力条約に従って処理されるこ とを請求する。	
0-6	出願人によって指定された 受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記 号	9902040
I	発明の名称	ディジタル加入者線伝送方法及び装置
II	出願人	出願人である (applicant only)
II-1	この欄に記載した者は	米国を除くすべての指定国 (all designated
II-2	右の指定国についての出願人で ある。	States except US)
II-4ja	名称	富士通株式会社
II-4en	Name	FUJITSU LIMITED
II-5ja	あて名:	211-8588 日本国 神奈川県 川崎市 中原区上小田中4丁目1番1号
II-5en	Address:	1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	044-754-3034
II-9	ファクシミリ番号	044-754-3563

III-1 III-1-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja III-1-4en III-1-5ja	氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	長谷川 一知 HASEGAWA, Kazutomo 211-8588 日本国 神奈川県 川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
III-1-5en	Address:	c/o FUJITSU LIMITED, 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588 Japan
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2 III-2-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4ja III-2-4en III-2-5ja	氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	朝比奈 秀剛 ASAHINA, Hidetake 222-0033 日本国 神奈川県 横浜市 港北区新横浜 2 丁目 3 番 9 号 富士通デジタル・テクノロジー株式会社内
III-2-5en	Address:	c/o FUJITSU DIGITAL TECHNOLOGY LIMITED, 3-9, Shin-Yokohama 2-Chome, Kohoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 222-0033 Japan
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP
III-3 III-3-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	
III-3-4ja III-3-4en III-3-5ja	氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	三好 清司 MIYOSHI, Seiji 211-8588 日本国 神奈川県 川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
III-3-5en	Address:	c/o FUJITSU LIMITED, 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588 Japan
III-3-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-3-7	住所(国名)	日本国 JP

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 1999年05月21日 (21.05.1999) 金曜日 11時05分44秒

9902040

III-4 III-4-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	
III-4-4ja III-4-4en III-4-5ja	氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	小泉 伸和 KOIZUMI, Nobukazu 211-8588 日本国 神奈川県 川崎市 中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
III-4-5en	Address:	c/o FUJITSU LIMITED, 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588 Japan
III-4-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-4-7	住所(国名)	日本国 JP
III-5 III-5-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-5-2	右の指定国についての出願人である。	
III-5-4ja III-5-4en III-5-5ja	氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	粟田 豊 AWATA, Yutaka 222-0033 日本国 神奈川県 横浜市 港北区新横浜 2 丁目 3 番 9 号 富士通ディジタル・テクノロジー株式会社内
III-5-5en	Address:	c/o FUJITSU DIGITAL TECHNOLOGY LIMITED, 3-9, Shin-Yokohama 2-Chome, Kohoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 222-0033 Japan
III-5-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-5-7	住所(国名)	日本国 JP

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 1999年05月21日 (21. 05. 1999) 金曜日 11時05分44秒

9902040

IV-1	代理人又は共通の代表者、 通知のあて名 下記の者は国際機関において右 記のごとく出願人のために行動 する。	代理人 (agent)	
IV-1-1ja IV-1-1en IV-1-2ja	氏名 (姓名) Name (LAST, First) あて名:	齋藤 千幹 SAITO, Chimoto 262-0033 日本国 千葉県 千葉市 花見川区幕張本郷1丁目14番10号 幸栄パレス202 齋藤特許事務所 Saito Patent Office, Koei-Palace 202, 14-10, Makuharihongo 1-chome, Hanamigawa-ku, Chiba-shi, Chiba 262-0033 Japan	
IV-1-2en	Address:	043-271-8176 043-271-8318 saipat@mb.infoweb.ne.jp	
IV-1-3 IV-1-4 IV-1-5	電話番号 ファクシミリ番号 電子メール		
V	国の指定		
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国 である他の国	
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。)	JP US	
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて 、規則4.9(b)の規定に基づき、 特許協力条約のもとで認められ る他の全ての国の指定を行う。 ただし、V-6欄に示した国の指 定を除く。出願人は、これらの 追加される指定が確認を条件と していること、並びに優先日か ら15月が経過する前にその確認 がなされない指定は、この期間 の経過時に、出願人によって取 り下げられたものとみなされる ことを宣言する。		
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI	優先権主張	なし (NONE)	
VII-1	特定された国際調査機関 (ISA A)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
VIII-1	願書	5	-
VIII-2	明細書	38	-
VIII-3	請求の範囲	3	-
VIII-4	要約	1	9902040.txt
VIII-5	図面	40	-
VIII-7	合計	87	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

9902040

原本（出願用） - 印刷日時 1999年05月21日 (21.05.1999) 金曜日 11時05分44秒

	添付書類	添付	添付された電子データ
VIII-8	手数料計算用紙	✓	-
VIII-10	包括委任状の写し	✓	-
VIII-16	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
VIII-17	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-
VIII-17	その他	国際事務局の口座への振込を証明する書面	-
VIII-18	要約書とともに提示する図の番号	1	
VIII-19	国際出願の使用言語名:	日本語 (Japanese)	
IX-1	提出者の記名押印		
IX-1-1	氏名(姓名)	齋藤 千幹	

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## 明 細 書

### デジタル加入者線伝送方法及び装置

#### 技術分野

本発明は、既設の電話回線（以下、メタリック回線と表記することもある）を高速データ通信回線として利用するデジタル加入者線伝送方法及び装置に関し、特にISDNピンポン伝送による周期性漏話雑音環境下におけるデジタル加入者線伝送方法および装置に関するものである。

近年、インターネット等のマルチメディア型サービスが一般家庭を含めて社会全体へと広く普及してきており、このようなサービスを利用するための経済的で信頼性の高いデジタル加入者線伝送システム及びデジタル加入者線伝送装置の早期提供が強く求められている。

#### 背景技術

##### ・ xDSL技術

既設の電話回線を高速データ通信回線として利用するデジタル加入者線伝送システムを提供する技術としてはxDSL (Digital Subscriber Line)が知られている。xDSLは電話回線を利用した伝送方式で、かつ、変復調技術の一つである。このxDSLは、大きく分けて加入者宅(以下、加入者側と呼ぶ)から収容局(以下、局側と呼ぶ)への上り伝送速度と、局側から加入側への下り伝送速度が、対称のものと非対称のものに分けられる。

代表的な例を挙げると、非対称型のxDSLにはADSL (Asymmetric DSL) があり、対称型のxDSLにはHDSL (High-bit-rate DSL)、SHDSL (Single-pair High-bit-rate DSL) がある。そして、非対称型としても対称型としても利用できるxDSLにはVDSL (Very high-bit-rate DSL) がある。それぞれのxDSLの方式毎にDMT

(Discrete Multitone)、CAP (Carrierless Amplitude Phase modulation)等の変調方式が用いられている。例えばADSLのITU-T勧告として、下り伝送が6Mビット/秒程度のG.dmtと1.5Mビット/秒程度のG.liteがあるが、どちらも変調方式としてDMT変調方式を採用している。

##### ・ DMT変調方式

DMT変調方式をG.dmtを例にとり説明する。ただし、ここでは、局側から加入者



側への下り方向の変復調についてのみ説明する。

DMT変調方式では、図28に示すように1.104MHzの周波数帯域を $\Delta f (=4.3125\text{kHz})$ 間隔の $M (=256)$ 個のマルチキャリア#1~#255に周波数分割する。そして、通信に先立って行われるトレーニングにおいて各キャリア#1~#255のSN比を測定し、SN比に応じて各キャリアにおいて4-QAM, 16-QAM, 64-QAM, 128-QAM...のいずれの変調方式でデータを送信するか決定する。たとえば、SN比が小さいキャリアには4-QAMを割り当て、順次SN比が大きくなるにつれ16-QAM, 64-QAM, 128-QAM..を割り当てる。なお、4-QAMは2ビットづつ送信する変調方式、16-QAMは4ビットづつ送信する変調方式、64-QAMは6ビットづつ送信する変調方式、128-QAMは7ビットづつ送信する変調方式...である。256キャリアのうち、キャリア#1~#32は加入者側から局側への上り方向用として用いられ、キャリア#33~#255は局側から加入者側への下り方向用に用いられる。

図29はDMT変調方式による加入者線伝送システムの機能ブロック図である。

入力した送信データは直列並列変換用のバッファ (Serial to Parallel Buffer) 10に1シンボル時間 ( $=1/4000 \text{ sec}$ ) 分ストアされる。ストアされたデータは、トレーニングにより前もって決められて送信ビットマップ60に保存されている各キャリア当たりの伝送ビット数毎に分割されて、エンコーダ20に入力する。エンコーダ20は、入力された各キャリアのビット列をそれぞれ直交振幅変調(QAM)するための信号点データ(コンステレーションダイアグラム上の信号点データ)に変換して逆高速フーリエ変換器(IFFT)30に入力する。IFFT30はIFFT演算を行うことでそれぞれの信号点について直交振幅変調を行い、次段の並列直列変換用のバッファ (Parallel to Serial Buffer) 40に入力する。ここで、IFFT出力480~511サンプルのトータル32個のサンプルをサイクリックプレフィクス(Cyclic Prefix)としてDMTシンボルの先頭に付加する(詳細は後述)。並列直列変換用バッファ40は512+32個のサンプルデータを順次直列にDAコンバータ50へ入力する。DAコンバータは2.208MHzのサンプリング周波数で入力デジタルデータをアナログ信号に変換し、メタリック回線70を経由して加入者側に伝送する。

加入者側では、ADコンバータ80が入力アナログ信号を2.208MHzのデジタル

信号に変換し、時間領域等化器 (Time domain Equalizer:TEQ) 90に入力する。TEQ90はシンボル間干渉 (Inter Symbol Interference:ISI)が32サンプルのCyclic Prefix内に収まるように入力ディジタルデータに処理を施し、処理結果データを直列並列変換用バッファ100に入力する。直列並列変換用バッファ100は1DMTシンボル分のデータをストアし、しかる後、Cyclic Prefixを除去し、1DMTシンボル分のデータを並列的に同時に高速フーリエ変換器(FFT)110に入力する。FFT110は高速フーリエ変換をおこない、255個の信号点を発生 (復調)する。周波数領域等化器(Frequency domain Equalizer:FEQ)120は、復調した255の信号点データにチャネル間干渉(Inter Channel Interference:ICI)の補償を施し、デコーダ130は送信ビットマップ60と同じ値を保持する受信ビットマップ150に従って255個の信号点データをデコードし、デコードにより得られたデータを並列直列変換用バッファ140にストアする。以後、該バッファからビットシリアルに1ビットずつ出力し受信データとなる。

#### ・ ISDNピンポン伝送からの漏話

ISDNピンポン伝送方式(time compression multiplex)は、送信区間と受信区間を時分割的に分離し(1送信区間と受信区間の合計2.5msec)、かつ、その送受信のタイミングを隣接する全ての装置で同一にする方式である。このISDNピンポン伝送方式では、2B+Dの144kbpsの送信データを2.5msec毎に区切り、速度変換で320kbpsに圧縮し、送信区間において伝送する。このため、ISDNピンポン伝送方式の周波数帯域は図30に示すようにADSL(もしくはG.dmt)の周波数帯域と重なる。又、既存の電話線は、人間の音声帯域約200Hz~3.4kHzまでの周波数帯域に最適化された設計となっているが、この線にADSLやISDNのような高周波数信号を流すと、電話線は図31に示すように束ねられているため、ISDNの信号が別の電話線のADSLの電話線に漏れ込み、それがノイズとなってADSL通信を妨害する。このノイズが漏話ノイズ

(cross talk noise)である。ADSLの伝送レートはこの漏話ノイズのレベルに制限される。

図32はISDN回線からADSL回線への干渉(漏話)説明図であり、(a)は局側ADSL装置(ATU-C)に対する干渉説明図、(b)は加入者側ADSL装置(ATU-R)に対する干渉

説明図である。(a)において、ISDN回線のOCU(office channel unit)が送信している時、局側のADSL装置ATU-Cに大きなノイズの影響を与える。この漏話ノイズは近端ノイズ(near end cross-talk: NEXT)と呼ばれる。一方、DSU(digital service unit)が送信している時、その信号がATU-Cに漏れ込みノイズとなる。この漏話ノイズは遠端ノイズ(far end cross-talk: FEXT)と呼ばれる。FEXTは、ATU-Cにとって遠い、つまり遠端からのノイズでありNEXTに比べてかなり小さなレベルとなる。

又、(b)においては、ISDN回線のDSUが送信している時、加入者側ADSL装置ATU-Rに大きなノイズの影響を与え、このノイズが近端ノイズ(NEXT)となる。一方、OCUが送信している時、その信号がATU-Rに漏れ込んで遠端ノイズ(FEXT)となるが、このFEXTはNEXTに比べてかなり小さなレベルとなる。以上より、ADSLの通信において、NEXTの影響を小さくする必要がある。

さて、前述のように、ADSL回線の近くにISDNピンポン伝送回線があると、ADSL回線はISDNピンポン伝送回線から以下に記すように漏話(TCM Cross-talk)の影響を受ける。ISDNピンポン伝送では、図3-3に示すISDN400Hz信号TTRに同期して、局側が400Hzの前半のサイクルで下りデータを送信し、加入者側は下りデータ受信後、上りデータを送信する。このため、局側のADSL装置ATU-Cでは400Hzの前半のサイクルでISDNからの近端漏話(NEXT<sub>1</sub>)の影響を受け、後半のサイクルで加入者側ISDNの上りデータからの遠端漏話(FEXT<sub>1</sub>)の影響を受ける。

加入者側のADSL装置ATU-Rでは、局側とは逆に400Hzの前半でFEXT<sub>2</sub>の影響を受け、後半のサイクルでNEXT<sub>2</sub>の影響を受ける。なお、以下では、NEXT、FEXTの影響を受ける時間領域をそれぞれNEXT区間、FEXT区間と呼ぶ。図3-3では加入者側におけるNEXT区間、FEXT区間を示している。

#### ・スライディング・ウィンドウ方式

上記したようなISDNピンポン伝送からのクロストーク環境のもとで、ADSL信号を良好に伝送し得るデジタル加入線伝送システムを提供することを目的に、特願平10-144913号において「スライディング・ウィンドウ方式」を提案している。スライディング・ウィンドウ(sliding window)は、局側ADSL装置(ATU-C)から加入者側ADSL装置(ATU-R)へADSL信号を送信する下り方向の場合、ISDNピンポン

伝送からのクロストーク環境のもとで局側ADSL装置(ATU-C)が送信するADSL信号の状態を以下のように定める方式で、Dual Bitmap方式とFext Bitmap方式がある。

すなわち、図3-3に示すように、送信されるADSLシンボル(DMTシンボル)SBが完全に加算者側におけるFEXT区間内に含まれていれば、スライディング・ウィンドウSLWにより、局側ADSL装置(ATU-C)は、そのシンボルをインサイド・シンボルISBとして高密度送信する。また送信シンボルSBが一部でも加算者側におけるNEXT区間に含まれていれば、局側ADSL装置(ATU-C)はそのシンボルをアウトサイド・シンボルOSBとして低密度送信する(Dual Bitmap方式)。上り方向においても、加算者側ADSL装置(ATU-R)は下りと同様な方法でADSLシンボルをインサイド・シンボルISBとアウトサイド・シンボルOSBに分けて送信する。

Dual Bitmap方式では下り方向において、スライディング・ウィンドウSLWの外側でもシンボルを低密度送信するが、局側ADSL装置(ATU-C)はスライディング・ウィンドウSLWの外側において、タイミング同期用のトーンであるパイロット・トーンPLTのみを送信する方式もある(Fext Bitmap方式)。このとき、上り方向において、加算者側ADSL装置(ATU-R)はスライディング・ウィンドウSLWの外側では何も送信しない。

図3-4はISDNのOCUにおける送受信と局側ADSL装置ATU-CにおけるADSLシンボルの関係図であり、Dual Bitmap方式とFext Bitmap方式それぞれの場合におけるADSLシンボルを示している。

#### ・ビットマップの作成

上記したDual Bitmap方式に対応するため、図2-9における送信ビットマップ部60および受信ビットマップ部150では、トレーニング時にインサイド・シンボル用のビットマップおよびアウトサイド・シンボル用のビットマップの2種類のビットマップを用意する必要がある。Fext Bitmap方式では、2種類のビットマップのうち、アウトサイド・シンボル用のビットマップは不要である。

各キャリアに割り当てるビット数(ビットマップ)は、受信側が決める。すなわち、上り信号用の割当ビット数は局側で決め、下り信号用の割当ビット数は加算者側で決める。トレーニング時、局側および加算者側のADSL装置はB&G(bit &

gain)と呼ばれるプロトコルに従ってビットマップを決定する。

図35は上り方向のB&Gプロトコルの説明図である。①トレーニング時、互いのADSL装置を認識し合った後、たとえば、加入者側ADSL装置ATU-Rはいくつかの周波数信号を対向する局側ADSL装置ATU-Cに送る。②局側のADSL装置ATU-Cは各キャリア毎のノイズレベルおよび受信信号レベルを測定してSN比を計算する。③ついで、局側のADSL装置ATU-Cは計算したSN比に基づいてビットマップを作成し、加入者側のADSL装置ATU-Rに該ビットマップと送出レベルを通知する。④加入者側ADSL装置ATU-Rは通知されたビットマップおよび送出レベル情報を基にしてDMT変調してデータ送信する。

図36は加入者側ADSL装置ATU-RでSN比を測定する構成図である。受信データが復調器210に入り復調データとして各キャリア毎の信号点データを出力する。また、リファレンス220からは本来受信すべきキャリア毎の信号点データが出力される。このリファレンスからの信号点データと復調した信号点データの差をERRORとし各キャリア毎のERRORをセレクト260に入力する。

一方、装置内クロック230を分周器240で400Hzに分周して位相判定器250に入力する。この400Hz信号は、復調器210を介して局側より伝送された400Hzの情報により、位相が前もって局側の400Hz (ISDN400Hz信号)と合わされている。位相判定器250では入力された400Hz信号により、受信したDMTシンボルがFEXT区間かNEXT区間かそれ以外かを判定し、セレクト260に入力する。セレクト260では、前述の入力されたERRORを判定器250から入力された情報によりNEXT区間S/N測定器270もしくはFEXT区間S/N測定器280へ出力する。各S/N測定器はERRORを積分してS/Nを算出して、それぞれ、各キャリア毎に伝送bit数換算器290に出力する。伝送bit数換算器290では、入力された各キャリア毎のS/Nから各キャリア毎に伝送するビット数(ビットマップ)を算出し、NEXT区間用のビットマップb-NEXTと、FEXT区間用のビットマップのb-FEXTを算出する。

#### ・フレーム構成

上記したようなISDNピンポン伝送からのクロストーク環境のもとで、ADSL信号を良好に伝送し得るディジタル加入者線伝送システムを提供することを目的に、

「ハイパー・フレーム」が導入されている。ISDNピンポン伝送は、400Hzクロック2.5msecの半周期毎に送受信を切り替える。一方世界標準として標準化が進められているADSL伝送の送信単位である1シンボルは、0.246msecである。そこで2つの通信の最小公倍数であるISDNピンポン伝送の34周期とADSL伝送の345個のDMTシンボルの時間長が一致する事から、この区間を「ハイパーフレーム」と定義する。

図37に示すように、ADSLでは1フレームが1シンボルになるように対応しており、定常のデータ通信時において、68個のデータ用ADSLフレームと1個の同期フレーム(S)とで、1スーパー・フレームが構成されている。同期シンボル(S)の代わりに、インバース同期シンボル(I)の場合もある。インバース同期シンボル(I)は、同期シンボル(S)の各キャリアの位相を180°回転させることにより、実現したシンボルである。図に示すように、スーパー・フレームが5個(=345シンボル)集まって、1ハイパー・フレームが構成される。図では、局側ADSL装置(ATU-C)から加入者側ADSL装置(ATU-R)へとADSL信号を送信する下り方向の場合を示しているが、この場合、インバース同期シンボル(I)は1ハイパーフレーム中の4番目のスーパー・フレーム中に位置すると決められている。上り方向の場合は、1ハイパー・フレーム中の一番目のスーパー・フレーム中にインバース同期シンボル(I)が含まれる。また、前述のように1ハイパー・フレームは、ISDNピンポン伝送における400Hz信号の34周期分に同期している。

#### ・別のフレーム構成

上記したように、ADSL回線の近くにISDNピンポン伝送回線がある場合は、ADSL回線はISDNピンポン伝送回線からNEXT、FEXTの両方のTCM Cross-Talkの影響を受ける。そこで、このようなISDNピンポン伝送からのクロストーク環境のもとで、ADSL信号を良好に伝送し得るデジタル加入者線伝送システムを提供することを目的に、上記したようなハイパー・フレームとは異なり、ADSLシンボルをISDNピンポン伝送に同期させて送信する方法がある。

ISDNピンポン伝送では、図38に示すように、ISDN400Hz信号TTRに同期して、局側OCUが400Hzの前半のサイクルで下りデータを送信し、400Hzの後半のサイクルで上りデータを受信する。ADSL伝送でも、ISDN400Hz信号TTRに同期して、局側

ADSL装置が400Hzの前半のサイクルで下りFEXT区間用ADSLシンボルを送信し、400 Hzの後半のサイクルで下りNEXT区間用ADSLシンボルを送信する。このことは、加入側のADSL装置についても同様である。すなわち、NEXT区間受信用のビットマップ(DMTシンボルA)と、FEXT受信区間用のビットマップ(DMTシンボルB)を2個用意する。そして、図38に示すようにNEXT区間ではDMTシンボルAを伝送することで伝送ビット数を小さくしてSN耐力を向上し、FEXT区間ではDMTシンボルBを伝送することで伝送ビット数を大きくして、伝送容量を大きくする。このとき、Cyclic Prefix長を適切な長さに設定することで、FEXT区間用ADSLシンボル数とNEXT区間用ADSLシンボル数を一致させる。たとえば、本来なら32サンプルのCyclic Prefixで1DMTシンボル当り $246\mu s$ であるのに対し、40サンプルのCyclic Prefixとして、1DMTシンボル当り $250\mu s$ とし、TCM Cross-talkの1周期とDMTシンボル10個の時間を合わせる。

#### ・TDD-xDSLの導入

上記したようなスライディング・ウィンドウおよびハイパー・フレームを使用しないxDSLとして、TDD-xDSL方式(TDD:time divisional duplex)が考えられている。TDD-xDSL方式は、上記したようなISDNピンポン伝送に同期させてシンボルを送信する方式であるが、上記した方式とは異なり、NEXT区間ではTDD-xDSLシンボルを送信しない。

図39に示すように、局側において、TDD-xDSLシンボル列460をISDNピンポン伝送に同期させて送信すると、加入者側において受信されたTDD-xDSLシンボル列480はISDNからFEXT440の影響のみを受ける。また、加入者側において、TDD-xDSLシンボル列490をISDNピンポン伝送に同期させて送信すると、局側において受信されたTDD-xDSLシンボル列470はISDNからのFEXT430の影響のみを受ける。したがって、TDD-xDSLシンボル列はISDNピンポン伝送からのNEXTの影響を回避することができる。この伝送システムによればDual Bitmap方式において2種類必要だったビットマップがFext Bitmap方式と同様に1種類ですむ。

#### ・ISIの除去方法

図29に示す時間領域等化器(Time domain Equalizer:TEQ)はCyclic Prefixを用いて、以下のような働きをする。

図 2 9 の並列直列変換用バッファ 4 0 に入力される DMT シンボルは図 4 0 (a) に示すような波形歪のない信号状態である。並列直列変換用バッファ 4 0 はこの DMT シンボルの後ろ 32 サンプルを図 4 0 (b) に示すように複写により、DMT シンボルの前に付加する処理を行う。この付加された部分は *Cyclic Prefix* と呼ばれる。この *Cyclic Prefix* が付加された DMT シンボルは、図 4 0 (c) に示すように送信側においてその後の処理を経てから受信側へ送信される。

周波数に対する振幅特性および遅延特性が一定ではないメタリック回線 7 0 を経由して受信された受信信号は、図 4 0 (d) に示すようにシンボル間干渉

(*Inter Symbol Interference: ISI*) の影響を受けて歪んだ状態になっている。しかし、TEQ 9 0 はトレーニングにより *ISI* が 32 サンプルの *Cyclic Prefix* 内に収まるようにその定数を設定されている (TEQ トレーニング)。従って、TEQ は図 4 0 (d) に示す信号を受信すると、図 4 0 (e) に示すように *ISI* を 32 サンプルの *Cyclic Prefix* 内に収まるような処理をする。その後、直列並列変換用バッファ 1 0 0 は TEQ 出力より *Cyclic Prefix* を除去する。これにより、図 4 0 (f) に示すように *ISI* の影響を取り除いた DMT シンボルを得ることができる。TEQ は以上のように *Cyclic Prefix* を用いて、受信信号から *ISI* の影響を取り除く働きをする。

・ xDSL シンボルが受ける *ISI* の影響

xDSL シンボルが受ける *ISI* の影響について図 4 1 を用いて説明する。図 4 1 (a) は、トレーニング時において、連続信号を送信する場合の ADSL 送信シンボル列である。但し、図 4 1 (a) に示されている斜線の ADSL 送信シンボルとその一つ前の ADSL 送信シンボルとの間には、連続性はないものとする。図 4 1 (b) は TEQ トレーニングを行う前の図 4 1 (a) の ADSL 送信シンボル列に対する ADSL 受信シンボル列、図 4 1 (c) は TEQ トレーニングを行った後の図 4 0 (a) の ADSL 送信シンボル列に対する ADSL 受信シンボル列である。

また、図 4 1 (d) は定常のデータ通信時における *Cyclic Prefix* が付加されている ADSL 送信シンボル列を示し、図 4 1 (e) は図 4 1 (d) の ADSL 送信シンボル列に対する ADSL 受信シンボル列である。

上記したように、TEQ は *Cyclic Prefix* を用いて受信信号から *ISI* の影響を取り除く働きをする。定常のデータ通信時、図 4 1 (d) に示すように各 ADSL 送信シン



ボルにCyclic Prefixが付加すれば、図4-1(e)に示すように、TEQはISIを32サンプルのCyclic Prefix内のみに収まるように処理をしISIの影響を受信信号から取り除くことができる。

しかし、同一パターンによる連続信号を送信するトレーニング時では図4-1(a)に示すように各ADSL送信シンボルにはCyclic Prefixが付加されていない。なぜならば、連続信号はISIの影響を受けないために、Cyclic Prefixは必要ないからである。むしろ、Cyclic Prefixを付加すると、その分だけシンボルレートが落ちるので、Cyclic Prefixは付加しない方がよい。

ところが、上記したスライディング・ウィンドウ方式(Fext Bitmap方式)、あるいはISDNピンポン伝送に同期させてシンボルを送信する方式(TDD-xDSL)のように、送信信号としてバーストシンボル列を送信する場合、送信信号の連続性が失われてしまう。これより、連続信号を送信するトレーニング時においても、図4-1(c)に示すように、ADSL受信シンボル列の先頭のADSL受信シンボルがISIに相当する波形歪みの影響を受けてしまい、先頭のADSL受信シンボルを用いてトレーニングを行うことができない。

図4-1(b)は、トレーニング時にTEQトレーニングを行う前の図4-1(a)のADSL送信シンボル列に対するADSL受信シンボル列を示しているが、これも、上記の理由で、ADSL受信シンボルがISIの影響を受けて歪む。なお、図4-1(c)ではTEQによって先頭のADSL受信シンボルが受けるISIに相当する波形歪みの影響が32サンプル以内に収まっているのに対し、図4-1(b)ではTEQトレーニングを行う前のADSL受信シンボル列であるため、一般的にはADSL受信シンボルが受けるISIの影響が32サンプル以内に収まることはない。TEQトレーニング前には、図4-1(b)に示すように波形歪みの影響が2番目以降のADSL受信シンボルにも影響を与えることも考えられる。また、図4-1に示されていないが、ADSL受信シンボル列の最後の方のADSL受信シンボルもISIの影響を受けることがある。

#### ・課題

上記したように、同一パターンによる連続信号を送信するトレーニング時において、各送信シンボルにCyclic Prefixが付加されていない。このため、送信するトレーニング信号としてバーストシンボル列を送信するTDD-xDSL伝送におい

て、受信側で、バーストシンボル列の立ち上がり時に早急に応答できずに、バーストシンボル列の先頭に波形歪みが生じてしまう。そこで、波形歪みの影響を受けていない残りのTDD-xDSL受信シンボルのみでトレーニングを行うことになるが、例えばトレーニングの1バースト内に4DMTシンボルを送信する場合、トレーニングに使用可能なDMTシンボルは3個となり、トレーニング時間が長くなるという問題がある。

また、TDD-xDSL伝送において、送信トレーニングシンボル列がISDNピンポン伝送の受信区間内に入るとISDN回線からのNEXTの影響を受け、良好なSN比でTDD-xDSL伝送ができない問題がある。

また、TDD-xDSL伝送において、隣接する送信バーストシンボル列のサンプルデータの連続性を確保するように、タイミング再生信号として使用するパイロットトーンの周波数を設定する技術が確立していない。このため、正確なタイミングで処理ができない問題が生じる。

また、TDD-xDSLでは、トランシーバのトレーニング時におけるCyclic Prefixが付加されていないトレーニングシンボルの位相と、定常のデータ通信時におけるCyclic Prefixが付加されているシンボルの該Cyclic Prefixを除いたシンボルの位相との間での位相差が存在する。このため、Cyclic Prefixが付加されていないトレーニングシンボルからCyclic Prefixが付加されているシンボルへとシークエンスが移行するとき（トレーニング→通常通信）、タイミング再生信号（パイロットトーン）の位相がずれてしまうという問題がある。

さらに、局側においてTDD-xDSL伝送をISDNピンポン伝送に同期させる必要があるが、これは加入者側においても同様である。局側はISDNピンポン伝送が同期している400Hzの同期信号を得ることができるが、加入者側ではこの400Hzの同期信号を得ることができない。したがって、加入者側は局側から正確なTDD-xDSLの送信位相を通知してもらい、その情報を得ることが重要になる。そこで、局側から加入者側へ効率的に送信位相を通知する手段が要求される。

本発明は、上記のような点についての新たな知見と考察に基づいてなされたものであり、ISDNピンポン伝送からのノイズ環境下におけるTDD-xDSLの有効な伝送技術を採用するに当たっての、具体的な方法、あるいはそのような方法を実施す

る手段を備えたデジタル加入者線伝送装置を提供することを目的とするものである。

本発明の別の目的は、トレーニング時間を短縮することである。

本発明の別の目的は、冗長データ付加後の送信トレーニングシンボル列がISDNピンポン伝送の受信区間内に入らないようにし、ISDN回線からのNEXTの影響をなくして良好なSN比でTDD-xDSL伝送ができるようにすることである。

本発明の別の目的は、隣接する送信バーストシンボル列のサンプルデータの連続性を確保することである。

本発明の別の目的は、トレーニングから通常データ通信へのシーケンス移行時に、タイミング再生信号（パイロットトーン）の位相ズレが発生しないようにすることである。

本発明の別の目的は、局側から加入者側へTDD-xDSLの送信位相（ISDN400Hz信号位相）を正確に、かつ、効率的に通知することである。

#### 発明の開示

TDD-xDSL伝送方法において、通常通信に先立って行われるトレーニング時に、DMTシンボル列の前または後または前後に該DMTシンボル列内のデータの一部を冗長に付加して送信し、受信側で該冗長部分を除去する。このようにすれば、冗長部分で歪みが発生するがトレーニングシンボル部分で歪みが生じず、全トレーニングシンボルを用いてトレーニングが可能になり、トレーニング時間を短縮することができる。

又、冗長データ付加後の送信トレーニングシンボル列の長さを、該トレーニングシンボル列がISDNピンポン伝送の送信区間内に収まるようにする。すなわち、トレーニングシンボル列がISDNピンポン伝送の受信区間内に入らないように設定する。このようにすれば、ISDNピンポン伝送のNEXTの影響をなくせSN比良好な通信ができる。

又、TDD-xDSL伝送において、隣接する送信バーストシンボル列のサンプルデータの連続性を確保するようにタイミング再生信号としてのパイロット・トーンの周波数を設定する。このようにすればパイロット・トーンの位相が隣接する送信バーストシンボル列の間でズレることがなく、正確なタイミングで処理ができる

。 TDD-xDSL伝送において、トランシーバのトレーニングにおけるCyclic Prefixが付加されていないトレーニングシンボルと通常のデータ通信時においてCyclic Prefixを除いたDMTシンボルとの間の位相差を、タイミング再生用信号として使用するパイロット・トーンの周期の整数倍にする。このようにすれば、トレーニングから通常データ通信へのシーケンス移行時に、タイミング再生信号（パイロット・トーン）の位相ズレが発生せず、正確な処理が可能となる。

TDD-xDSL伝送において、局側におけるTDD-xDSLバースト信号の送信タイミング（ISDN400Hz信号の位相）を加入者側に通知する際、パイロット・トーンとは別に1送信バースト内で1回以上位相変化するトーンを伝送し、受信側で該トーンの位相変化を検出してTDD-xDSLバースト信号の送信タイミングを認識する。このようにすれば、TDD-xDSL伝送のトレーニング時に送信タイミング（ISDN400Hz信号の位相）を検出して正しいTDD-xDSL伝送ができる。この場合、トーンの位相を $90^{\circ}$ あるいは $180^{\circ}$ 変えるようにする。このようにすれば、初期時に送信タイミング（ISDN400Hz信号の位相）が不明であっても確実に該送信タイミングを認識できるようになる。

#### 図面の簡単な説明

図1はTDD-xDSLトレーニング時の送信シンボル列説明図である。

図2はTDD-xDSL方式による送信フレーム構成図（トレーニング時）である。

図3はTDD-xDSL方式による送信フレーム構成図（通常通信時）である。

図4はバースト間でのフレーム位相関係の説明図（ダウンストリームの場合）である。

図5はバースト間でのフレーム位相関係の別の説明図（ダウンストリームの場合）である。

図6はトレーニングと通常通信時のバーストフレーム間位相関係図である。

図7はトレーニング時におけるTDD-xDSLの送信位相（ISDN400Hzの位相）通知方法説明図である。

図8は位相変化伝達パターン説明図である。

図9は本発明のDMT変調方式による加入者伝送システムのブロック図である。

図10は本発明のシンボル列の組替えを実現する構成図である。

図11は出力シーケンス動作を示すタイムチャート(トレーニング)である。

図12は出力シーケンス動作を示すタイムチャート(通常通信)である。

図13は送信側シーケンサの構成図である。

図14は受信側各部の構成図である。

図15は受信シーケンス動作を示すタイムチャート(トレーニング)である。

図16は受信シーケンス動作を示すタイムチャート(通常通信)である。

図17は第1実施態様におけるトレーニング時と通常通信時のバーストフレーム間位相関係図である。

図18は第1実施態様におけるバーストフレーム構成図(通常通信時)である。

図19は第1実施態様におけるバーストフレーム構成図(トレーニング時)である。

図20は第1実施態様における第1の最悪条件説明図(トレーニング時)である。

図21は第1実施態様における第2の最悪条件説明図(トレーニング時)である。

図22は第1実施態様における第3の最悪条件説明図(トレーニング時)である。

図23は2つの最悪条件説明図である。

図24はトレーニング用送信シンボル列と通常通信時送信シンボル列との位相差説明図である。

図25は第2実施態様におけるトレーニング時と通常通信時のバーストフレーム間位相関係図である。

図26は第2実施態様におけるバーストフレーム構成図(通常通信時)である。

図27は第2実施態様におけるバーストフレーム構成図(トレーニング時)である。

図28はDMT送信スペクトル説明図である。

図 2 9 は DMT 変調方式による加入者伝送システムの機能ブロック図である。

図 3 0 は ISDN のピンポン伝送方式の帯域と ADSL 伝送の帯域説明図である。

図 3 1 は漏話ノイズ説明図である。

図 3 2 は ISDN 回線から ADSL 回線への干渉 (漏話) 説明図である。

図 3 3 はスライディングウィンドウ説明図である。

図 3 4 は Dual Bitmap および Fext Bitmap 説明図である。

図 3 5 は B & G プロトコルによるビットマップ作成法説明図である。

図 3 6 は NEXT/FEXT 区間毎に S/N を測定する形態説明図である。

図 3 7 はハイパーフレーム方式説明図である。

図 3 8 は ADSL シンボルを ISDN ピンポン伝送に同期させる伝送方式説明図である。

図 3 9 は TDD-xDSL シンボルの送信方法説明図である。

図 4 0 は ISI の除去方法説明図である。

図 4 1 は xDSL シンボルの受ける ISI の影響説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### (A) 本発明の概略

本発明は、ISDN ピンポン伝送を行う回線からの周期性雑音環境下における TDD-xDSL 伝送において、以下の特徴を有するものである。

##### (a) 第 1 の特徴

第 1 の特徴では、TDD-xDSL の ADSL 装置 (トランシーバ) のトレーニングにおいて、図 1 に示すようなトレーニングシンボル列 500 を送信することである。すなわち、(1) TDD-xDSL トランシーバのトレーニングにおいて、Cyclic Prefix なしのトレーニングシンボル 501 を連続させて構成された従来の送信シンボル列 502 の前に、先頭トレーニングシンボルの末尾部分と同じパターン 503 を冗長信号として所定サンプル数付加することで、付加した部分を含めたトレーニングシンボルが連続したパターンを形成することができる。付加する長さは、通常通信時の Cyclic Prefix より大きいあらかじめ決められたサンプル数  $n_1$  である。(2) あるいは、送信シンボル列 502 の後に、最後のトレーニングシンボル 501 の先頭部分と同じパターン 504 を、先頭に付けるサンプル数  $n_1$  とは別に決められたサンプル数  $n_2$  だ

け、同様に付加する。(3)あるいは、送信シンボル列502の前、後両方に冗長信号503, 504をそれぞれ付加する。

DMT方式は各キャリアの周期が1シンボル内に整数個収まるようにシンボルが構成されているので、同じパターンを持つシンボルを連続させると連続信号を送ることができる。従って、トレーニングシンボルの末尾部分と同じパターン503を送信シンボル列の前に付加することにより、あるいはトレーニングシンボルの先頭部分と同じパターン504を送信したシンボル列の後ろに付加することにより、あるいはその両方により連続した信号の長さを長くすることができる。

以上のように、冗長信号を送信シンボル列の前または後に付加すれば、該冗長信号部分でISIにより歪みを受けるが、送信シンボル列に歪みが生じず全てのシンボルをトレーニングシンボルとして使用できるようになり、トレーニング時間を短縮できる。なお、冗長信号を付加しても送信時間は長くない。というのは、TDD-xDSLの送信区間のうち信号を送信していない期間を利用して冗長信号を送信できるからである。

#### (b) 第2の特徴

第2の特徴では、第1の特徴により冗長なサンプル列が付加された後のトレーニングシンボル列が、ISDNピンポン伝送の受信区間内に入らないように、該トレーニングシンボル列の送信タイミングと長さとを設定することである。

すなわち、TDD-xDSLの送信トレーニングシンボル列が、ISDNピンポン伝送の送信フレーム区間内、あるいは、ISDNピンポン伝送の送信フレーム区間とISDNピンポン伝送における送受間のガードタイム区間とをあわせた区間内に収まるように、TDD-xDSL伝送の送信タイミングと送信トレーニングシンボル列の長さとを設定する。

図2を用いて、TDD-xDSLの送信トレーニングシンボル列500をISDNピンポン伝送の送信区間601に納めるための条件を説明する。ここで、ISDNピンポン伝送区間の時間をD ( $3.125 \mu s \times 377 = 1.178125 ms$ )、ISDNピンポン伝送の送受信間のカードタイム時間をa ( $= 18.75 \mu s - 23.4375 \mu s$ )、TDD-xDSLの冗長データを付加する前のトレーニングシンボル502の送信時間を $S_1$ 、トレーニング用DMTシンボル列の前、後につける冗長信号503, 504の送信時間をそれぞれ $x_1$ ,  $y_1$ 、TDD-xDSL

送信トレーニングシンボル列500の区間とISDNピンポン伝送の送信区間601とのマージンをそれぞれ $\alpha_1$ 、 $\beta_1$ とすると、本発明にて満たされるべきそれぞれの関係を以下に示す。

$$S_1 + \alpha_1 + \beta_1 + x_1 + y_1 \leq D + a \quad (1)$$

(ただし、 $0 \leq \alpha_1$ 、 $0 \leq \beta_1$ )

または、

$$S_1 + \alpha_1 + \beta_1 + x_1 + y_1 \leq D \quad (2)$$

(ただし、 $0 \leq \alpha_1$ 、 $0 \leq \beta_1$ )

また、ここでCyclic PrefixなしのDMTシンボル内のサンプル数を $m$ 、トレーニングシンボル列500に含まれているCyclic PrefixなしのDMTシンボル数を $N$ 、DMTキャリアの周波数間隔を $f_d$ とすると $S_1$ 、 $x_1$ 、 $y_1$ は次式で表せる。

$$S_1 = N \times m \times \{1 / (m \times f_d)\} = N / f_d \quad (3a)$$

$$x_1 = n_x \times \{1 / (m \times f_d)\} \quad (3b)$$

$$y_1 = n_y \times \{1 / (m \times f_d)\} \quad (3c)$$

ただし、 $m = 2^n$  ( $n$ は自然数)

$n_x$ 、 $n_y$ は、それぞれ $x_1$ 、 $y_1$ のサンプル数を意味する任意の正の整数であり、 $(n_x + n_y) > (m/8)$

同様に、図3に示すように通常通信時においても、トレーニング時同様にTDD-xDSLのDMT送信シンボル列700が、ISDNピンポン伝送の送信区間601に納まるための関係を求めることができる。すなわち、トレーニング時と同様に、ISDNピンポン伝送区間の長さを $D$ 、ISDNピンポン伝送の送受間カードタイムを $a$ 、TDD-xDSLのDMT送信シンボル列700の長さを $S_2$ 、TDD-xDSL送信DMTシンボル列の区間とISDNピンポン伝送の送信区間とのマージンをそれぞれ $\alpha_2$ 、 $\beta_2$ とし、DMT送信シンボルのキャリア数を $m$ 、通常通信時のシンボル列に含まれるシンボル数を $N$ 、DMTキャリアの周波数間隔を $f_d$ とすると、本発明で満たすべきそれぞれの関係は以下の通りである。

$$S_2 + \alpha_2 + \beta_2 \leq D + a \quad (4)$$

$$\text{または } S_2 + \alpha_2 + \beta_2 \leq D \quad (4)'$$

$$S_2 = N \times (m + n_c) \times \{1 / (m \times f_d)\} \quad (5)$$



ここで、 $0 \leq \alpha_1$ 、 $0 \leq \beta_1$ 、 $n_c$ は通常通信時のCyclic Prefixのsample数である。

この(4)~(5)式に従えば、従来G. 992.2(G. lite)で16sample固定であったCyclic Prefixの長さも、(4)式を満たす範囲で可変させることが可能である。

以上のようにすれば、TDD-xDSLトレーニングシンボル列の受信タイミングは、ISDNピンポン伝送の受信区間内に収まるようになり、TDD-xDSLトレーニングシンボルの受信時、ISDN回線からのNEXT雑音の混入を避けることができる。又、通常データ通信時に、TDD-xDSL送信シンボル列の受信タイミングは、ISDNピンポン伝送の受信区間内に収まるようになり、TDD-xDSL送信シンボルの受信時、ISDN回線からのNEXT雑音の混入を避けることができる。

### (c) 第3の特徴

第3の特徴では、TDD-xDSLにおいて、それぞれの送信バースト区間同士でDMTシンボルの連続性が保たれるように、タイミング再生信号（パイロット・トーン信号）の周波数を選定することである。

図4は、TDD-xDSLのトレーニング時における送信バースト間でのフレーム位相の説明図である。DMT変調において、各シンボルは連続したDMTサンプル列であることが好ましい、つまり、図4においてTaで示される送信バースト間の信号送出をしない区間において、該区間の長さがパイロット・トーン周期の整数倍であることが必要である。そこで、①Tbで示す送信シンボル列の長さがパイロット・トーン周期の整数倍となり、かつ、②Tcで示すバースト間隔が、パイロットトーン周期の整数倍となるように、該パイロットトーンの同期を選ぶ。このようにすれば、区間Taの長さをパイロットトーン周期の整数倍にでき、隣接する送信バーストのDMTサンプルの連続性を維持できる。

図5は、トレーニング時、及び通常通信時の双方において、バースト間での送信シンボルの位相関係説明図であり、下り方向のフレームについて説明するものである。既に述べた通り（第2の特徴）、トレーニング時、および通常通信時の送信シンボル列500,700は、TCM-ISDNの送信区間601に納める必要がある。このため、TCM-ISDNの送信区間601を基準タイミングとしてシンボル送出が行われ、トレーニング時および通常通信時それぞれのバースト間隔Tc, Tdは、ISDNピンポン伝

送のバースト間隔から決定される。本発明ではこれらのバースト間隔 $T_c$ ,  $T_d$ それぞれがTDD-xDSLのタイミング設定用のパイロットトーン信号PLTの周期の整数倍となるように選ばれる。

(d) 第4の特徴

第4の特徴では、CP (Cyclic Prefix) のないトレーニングシンボルを用いたトレーニング時の送信シンボル列500に含まれるシンボル501と、CP (Cyclic Prefix) のあるDMTシンボルを用いた通常通信時の送信シンボル列700に含まれるシンボル701との、シンボル同士の位相差 $\theta_d$ (図6)が、先に選ばれたパイロットトーン周期の整数倍になるようにすることである。

図6は、トレーニング時と通常通信時における送信バーストフレーム間の位相関係説明図であり、トレーニング時の送信シンボル列500と、通常通信時の送信シンボル列700のそれぞれ先頭に位置するシンボル501, 701の開始位置の位相差 $\theta_d$ の関係について説明するものである。

トレーニング時の送信シンボル列500と通常通信時の送信シンボル列700は、それぞれ独立に、ISDNピンポン伝送のバースト周期に同期して送信される。また、それぞれの送信シンボル列中でのCyclic Prefixを除いたシンボルの並べ方も異なる。このため、トレーニング時と通常通信時では、送信シンボル列中に含まれる個々のシンボル501, 701の位相は異なる。この位相差 $\theta_d$ を、パイロットトーンPLTの周期の整数倍になるようにする。

位相差をパイロットトーンPLTの周期の整数倍になるようにする手段は、パイロットトーンの周期を調整する方法や、トレーニング時の送信シンボル列500に対して、通常通信時の送信シンボル列700の送出タイミングをずらす方法などが考えられる。

(e) 第5の特徴

第5の特徴は、トレーニング時にタイミング再生用のパイロットトーンPLTとは別にトーン信号を送信して、局側より加入者側へISDN400Hz信号の位相(局側のTDD-xDSLの送信位相)を通知することである。

パイロットトーンPLT以外に追加されたトーン信号は1バースト内に必ず1つ以上の位相変化点を含んでいるから、加入者側xDSL装置は、その位相変化点を見

つけ、該位相変化点より設定時間前あるいは設定時間後の時刻を局側xDSL装置のTDD-xDSL送信タイミングあるいは400Hz信号の立上り時刻とする。この第5の特徴により、従来の方法より容易にかつ短時間にタイミング再生を行うことができる。

図7は、新たに追加したトーンでISDN400Hz信号のタイミング再生を行う説明図であり、1バーストの送信シンボル列に4つのトレーニングシンボルが含まれる場合、1バースト内で位相が1回変化する例（図7(a)）と、2回変化する例（図7(b)）について示している。

図7(a)において、2番目のシンボルと3番目のシンボル間で、トレーニングシンボルの位相をパターンAからパターンBに変化している。図7(b)において、1番目と2番目のシンボル間でトレーニングシンボルの位相をパターンBからパターンAに変化し、3番目と4番目のシンボル間で、パターンAからパターンBに変化している。なお、3番目と4番目のシンボル間で、パターンAからさらに新たなパターンCに移行するようにしても良い。

図7(a)の例では、位相変化検出時刻から設定時間 $T_1$ 前の時刻がISDN400Hz信号TTRの立上り時刻となる。また、図7(b)の例では、2つの位相変化検出時刻 $T_{21}$ 、 $T_{22}$ の平均時刻から設定時刻 $T_2$ 前の時刻がISDN400Hz信号TTRの立上り時刻となる。

#### (f) 第6の特徴

第6の特徴は、パイロット・トーンPLTとは別の上記トーンにおけるパターンA、Bを、QAMコンステレーションダイアグラムにおいて位相差が互いに $90^\circ$ もしくは $180^\circ$ となるように選択し、1バースト内で $A \rightarrow B$ または $B \rightarrow A$ と変化させ、これにより、位相変化を伝えることである。

図8はパターンA、Bの説明図であり、DMTシンボルとして最も単純な4QAMを使用した場合のパターンA、Bの選び方を示している。図8(a)はパターンA、Bの位相差を $90^\circ$ とした時のコンステレーション例であり、図8(b)は、パターンA、Bの位相差を $180^\circ$ とした時のコンステレーション例である。

#### (B) 実施例構成

##### (a) 全体の構成

図9は本発明のTDD-xDSL方式による加入者伝送システムのブロック図であり、図29の構成と同一部分には同一符号を付している。図29の構成と異なる部分は、送信側にシーケンサ310、セクタ320、トレーニング信号生成回路330を設け、受信側に信号検出回路340、シーケンサ350、パイロット位相検出回路360、トレーニング信号処理部370を設けた点である。

送信側シーケンサ310は、①トレーニング時と通常通信時を区別してトレーニング状態信号TRN、通信状態信号CMNを発生すると共に、②並列直列変換用バッファ40を制御し、トレーニング用の送信シンボル列500(図1参照)及び通常通信用の送信シンボル列700(図3)を出力する。

トレーニング信号生成回路330は、①トレーニング時に各種トレーニング用の信号を出力すると共に、②TDD-xDSLの受信区間においてタイミング再生用のパイロット信号PLTを発生する。このパイロット信号PLTはキャリア#64で受信側に送信される。また、トレーニング信号生成回路330は、トレーニング時にパイロットトーンPLTとは別にトーン信号を送信して、局側より加入者側へISDN400Hz信号の位相(局側TDD-xDSLの送信位相)を通知する(図7、図8参照)。

セクタ320はTDD-xDSLの送信区間において、①トレーニング時はトレーニング信号生成回路330から出力するトレーニング信号を選択してIFFT回路30に入力し、②通常通信時はエンコーダ20から出力する送信データを選択してIFFT回路30に入力する。又、TDD-xDSLの受信区間においてトレーニング信号生成回路330から出力するパイロット信号PLTをIFFT回路の#64端子に入力する。

受信側の信号検出回路340は、ADコンバータ80の出力信号レベルを監視してトレーニング信号が送信側より送られてきたことを検出し、シーケンサ350は直列並列変換用バッファ100を制御してトレーニング時/通常通信時それぞれにおいて冗長信号/Cyclic Prefixを除いた1シンボル分のデータがFFT回路110に入力するよう制御する。パイロット位相検出回路360はFFT回路の#64出力端子から出力する信号に基づいてパイロットトーンPLTの位相を検出し、ADコンバータ80のAD変換タイミングを制御する。

トレーニング信号処理回路370はトレーニング信号を分析してISDN400Hz信号タイミングを検出すると共に、送信側より送られてくるシーケンス切替データ

に基づいて通常通信開始を検出する。

(b) トレーニング時と通常通信時における送信シンボル列の生成構成

図10はトレーニング時と通常通信時におけるシンボル列を生成する構成のブロック図であり、図9と同一部分には同一符号を付している。図11はトレーニング時の出力シーケンス動作を説明するためのタイムチャートで、前側に長さ128サンプルの冗長信号503を付加し、後側に8サンプルの冗長信号504を付加した場合である。図12は通常通信時における出力シーケンス動作を説明するためのタイムチャートであり、Cyclic Prefixの長さを16サンプルとした場合である

(b-1) トレーニングシンボル列の作成

シーケンサ310は、ISDNピンポン伝送の送信期間内にトレーニング用の送信シンボル列500が送信されるように各種制御信号を発生する。すなわち、シーケンサ310は、起動がかかるとタイマ制御によりトレーニング時と通常通信時の切替制御を行い、トレーニング/通常通信切替信号DTSLをセレクタ320に入力すると共に、トレーニング状態信号TRNをトレーニング信号生成回路330に入力する。セレクタ320はトレーニング/通常通信切替信号DTSLにより、トレーニング時にはトレーニング信号生成回路330から出力するトレーニング信号を選択してIFFT回路30に入力し、通常通信時にはエンコーダ20から出力する送信データを選択してIFFT回路30に入力する。トレーニング信号生成回路330はトレーニング時、所定のトレーニング信号を発生する。

又、シーケンサ310は、トレーニング時、図11に示すように、ISDN400Hz信号TTRの立上りから所定時間 $t_1$ 経過すると、①P/Sロードタイミング信号PSLD、②P/S出力マスク信号PSMK、③P/S出力セレクト信号PSSL(="11")を発生する。

P/Sロードタイミング信号PSLDはIFFT演算結果(256個の信号点データ)を並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aにロードする信号である。P/S出力マスク信号PSMKはハイレベルの時、バッファ部40aからのデータ出力を許容し、ローレベルのときバッファ部40aからのデータ出力を禁止する信号である。P/S出力セレクト信号PSSLは、バッファ部40aに記憶された256個の信号のうち0番の信号、あるいは128番目の信号、あるいは240番目の信号より順番に読み出すことを指示する。すなわち、P/S出力セレクト信号PSSLは"10", "11", "01"の値

を取り、①"10"であれば、セクタ40bはバッファ部40aの0番目より順番に信号を読み出し、②"11"であればバッファ部40aの128番目より順番に信号を読み出し、③"01"であればバッファ部40aの240番目より順番に信号を読み出す。

以上より、P/Sロードタイミング信号PSLDが発生するとIFFT回路30から出力する256個の信号が並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aに格納される。ついで、セクタ40bは、P/S出力セレクト信号PSSL="11"により、P/S動作クロックPSCLに同期してバッファ部40aの128番目より信号を順番に読み出し、マスク回路40cを介して出力する。これにより、128番目~255番目までの128個の信号が冗長信号503として読み出され、ついで、0番目~255番目までの256個のトレーニング信号（1番目のシンボルデータ）が読み出される。

最初のトレーニングシンボルの読み出しが完了すれば、シーケンサ310は、再びP/Sロードタイミング信号PSLDが発生すると共に、P/S出力セレクト信号PSSL(="10")が発生する。これにより、IFFT回路30から出力する次の256個の信号が並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aに格納される。ついで、セクタ40bは、P/S出力セレクト信号PSSL="10"により、P/S動作クロックPSCLに同期してバッファ部40aの0番目より信号を順番に読み出し、マスク回路40cを介して出力する。これにより、0番目~255番目までの256個のトレーニング信号（2番目のシンボルデータ）が読み出される。

2番目のトレーニングシンボルの読み出しが完了すれば、シーケンサ310はP/Sロードタイミング信号PSLDが発生し、IFFT回路30から出力する次の256個の信号を並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aに格納する。セクタ40bはP/S動作クロックPSCLに同期してバッファ部40aの0番目より信号を順番に読み出して出力する。これにより、0番目~255番目までの256個のトレーニング信号（3番目のシンボルデータ）が読み出される。

3番目のトレーニングシンボルの読み出しが完了すれば、シーケンサ310はP/Sロードタイミング信号PSLDが発生し、IFFT回路30から出力する次の256個の信号を並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aに格納する。セクタ40bはP/S動作クロックPSCLに同期してバッファ部40aの0番目より信号を順番

に読み出して出力する。これにより、0番目～255番目までの256個のトレーニング信号（最後のシンボルデータ）が読み出される。しかる後、更に0番目から7番目までの8個の信号を読み出し冗長信号504として出力する。

冗長信号504の出力が完了すれば、シーケンサ310は、P/S出力マスク信号PSMKをローレベルにし、かつ、P/S出力セレクト信号を"00"にして無セレクト状態にする。

以後、トレーニング時には、ISDN400Hz信号TTRの立上り毎に上記動作を繰り返してトレーニング時の送信シンボル列を作成して送信する。

#### (b-2) 通常通信時のトレーニングシンボル列の作成

シーケンサ310は、ISDNピンポン伝送の送信期間内に通常通信用の送信シンボル列700が送信されるように各種制御信号を発生する。すなわち、シーケンサ310は、起動後所定時間が経過するとトレーニング状態から通常通信状態への切替制御を行う。これにより、セクタ320はエンコーダ20から出力する送信データを選択してIFFT回路30に入力する。

又、シーケンサ310は、通常通信時、図12に示すように、ISDN400Hz信号TTRの立上りから所定時間 $t_2$ 経過すると、①P/Sロードタイミング信号PSLD、②P/S出力マスク信号PSMK、③P/S出力セレクト信号PSSL(="01")を発生する。

P/Sロードタイミング信号PSLDが発生するとIFFT回路30から出力する256個の信号が並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aに格納される。ついで、セクタ40bは、P/S出力セレクト信号PSSL="01"により、P/S動作クロックPSCに同期してバッファ部40aの240番目より信号を順番に読み出し、マスク回路40cを介して出力する。これにより、240番目～255番目までの16個の信号がCyclic Prefixとして読み出され、ついで、0番目～255番目までの256個の送信信号（1番目のシンボルデータ）が読み出される。

最初のトレーニングシンボルの読み出しが完了すれば、シーケンサ310は、再びP/Sロードタイミング信号PSLDを発生する。これにより、IFFT回路30から出力する次の256個の信号が並列直列変換用バッファ40のバッファ部40aに格納される。ついで、セクタ40bは、P/S出力セレクト信号PSSL="01"により、P/S動作クロックPSCに同期してバッファ部40aの240番目～255番目までの16

個の信号をCyclic Prefixとして読み出し、引き続き、0番目～255番目までの256個の送信信号（2番目のシンボルデータ）を読み出して出力する。以後、同様にCyclic Prefix付の第3、第4シンボルデータを読み出して出力すれば、シーケンサ310は、P/S出力マスク信号PSMKをローレベルにし、かつ、P/S出力セレクト信号を”00”にして無セレクト状態にする。

以後、通信状態時、シーケンサ310はISDN400Hz信号TTRの立上り毎に上記動作を繰り返して通常通信時の送信シンボル列を作成して送信する。

#### (b-3) シーケンサの構成

図13は局側ADSL装置におけるシーケンサの構成図である。シーケンス切替部311は、起動時にタイマ制御によりトレーニング状態信号TRN、通常通信状態信号CMNを発生し、ISDN400Hz信号発生部311はISDNピンポン伝送の400Hz信号TTRを出力する。又、P/S動作クロック発生部313はISDN400Hz信号TTRに同期してP/S動作クロック信号PSCLを出力し、パイロットトーン発生部314はP/S動作クロック信号PSCLを1/4分周してタイミング再生用のパイロットトーン信号PLTを出力する。ここではISDN400Hz信号発生部311よりISDNピンポン伝送の400Hz信号TTRを出力する例を示したが、外部より入力しても良い。

P/S動作クロック信号PSCLの1/4分周により、パイロットトーンPLTを出力する理由は以下のとおりである。キャリア周波数間隔をたとえば4kHz、1DMTシンボル内のサンプル数を256個、パイロット・トーン送出キャリアとして#64を使用すると、受信側におけるFFTサンプリング周波数は、キャリア周波数間隔とキャリア数から1024kHzとなる。またパイロット・トーンの周波数は4kHz×64=256kHzとなる。つまり、パイロットトーンの1サイクル当たりのデータは4サンプル分となる。一方、P/S動作クロック信号PSCLは並列直列変換用バッファ40から1024kHzで信号を直列的に送り出すもので、FFTのサンプル周波数と等しい。以上より、P/S動作クロック信号PSCLを1/4分周することによりパイロットトーン信号PLTを発生することができる。

第1の送信シンボル出力タイミング発生部315は、トレーニング時、(1)または(2)式を満足するようにISDN400Hz信号TTRの立上り後で所定時間 $t_1$ 経過後にパイロットトーンPLTに同期してシンボル出力タイミング信号TSOTを発生する。



第2の送信シンボル出力タイミング発生部316は、通常通信時、(4)式を満足するようにISDN400Hz信号TTRの立上り後で所定時間 $t_2$ 経過後にパイロットトーンPLTに同期して送信シンボル出力タイミング信号DSOTを発生する。

各種制御信号発生部317は、トレーニング状態信号TRN、通常通信状態信号CMN、送信シンボル出力タイミング信号TSOT, DSOTに基づき、P/S動作クロック信号PSCLに同期して各種制御信号(P/Sロード信号PSLD、P/S出力セレクト信号PSSL、P/Sマスク信号PSMK、トレーニング/通常通信切替信号DTSLなど)をP/S動作クロックPSCLに同期して出力する。

各送信シンボル出力タイミング発生部315, 316はパイロットトーンPLTに同期してシンボル出力タイミング信号TSOT, DSOTを発生することにより、トレーニング時と通常通信時で、送信シンボル列中に含まれる個々のシンボル501, 701間の位相差 $\theta d$ (図6参照)をパイロットトーン周期の整数倍に調整することができる。

又、各送信シンボル出力タイミング発生部315, 316はパイロットトーンPLTに同期してシンボル出力タイミング信号TSOT, DSOTを発生することにより、トレーニング時及び通常通信時それぞれにおいて、①送信シンボル列の長さをパイロット・トーン周期の整数倍にでき、かつ、②送信バースト間隔をパイロットトーン周期の整数倍にできる。この結果、TDD-xDSL伝送において、隣接する送信バースト間の信号を送出していない区間をパイロットトーン周期の整数倍にでき、隣接送信バーストのDMTサンプルの連続性を維持できる。なお、トレーニング時における送信シンボル列のサンプル数は1106(=128+256×4+8)個であるからパイロットトーン周期の290倍、また、通常通信時における送信シンボル列のサンプル数は1088(=(16+256)×4)個であるからパイロットトーン周期の272倍であり、上記①を満足する。

#### (c) 受信側の各部構成

図14は受信側の要部構成図であり、図9と同一部分には同一符号を付している。信号検出回路340は、FFTサンプリング周波数で入力信号をAD変換するADコンバータ80の出力信号レベルを監視してトレーニング信号が送信側より送られてきたことを検出し、トレーニング開始信号TRSTをシーケンサ350に入力す

る。トレーニング信号処理回路370はトレーニング信号を分析してISDN400Hz信号TTRのタイミングを検出すると共に、送信側より送られてくるシーケンス切替データに基づいて通常通信の開始タイミングを検出し、通常通信開始信号CMSTをシーケンサ350に入力する。シーケンサ350はS/P動作クロック発生部350a及び制御信号発生部350bを備えている。S/P動作クロック発生部350aはISDN400Hz信号TTRに同期してFFTサンプリング周波数と同一周波数のS/P動作クロックSPCLを発生する。制御信号発生部350bは、トレーニング時、図15に示す各種タイミング信号をS/P動作クロックSPCLに同期して発生し、通常通信時、図16に示す各種タイミング信号をS/P動作クロックSPCLに同期して発生する。

(c-1) トレーニング時における受信シーケンス動作(図15参照)

信号検出回路340よりトレーニング開始信号TRSTが発生すれば、シーケンサ350は128サンプルの冗長信号が到来後に、S/Pロードタイミング信号SPLDを発生する。これにより、送信シンボル列500の先頭に付加した冗長信号503を除去できる。S/Pロードタイミング信号SPLDが発生すれば、直列並列変換用バッファ100(図9)はS/P動作クロックSPCLに同期してTEQ90が出力するサンプルデータを順次に記憶する。1シンボル(=256サンプル)のデータ保存後、シーケンサ350はFFTロードタイミング信号FFTLTLDを発生し、1シンボル分のサンプルデータを直列並列変換用バッファ100からFFT回路110にロードし、FFT回路110は所定のタイミングでFFT演算を行い演算結果を出力する。

一方、直列並列変換用バッファ100はFFTロードタイミング信号FFTLTLD発生後も継続してTEQ90が出力するサンプルデータを順次記憶し、次の1シンボル分(=256サンプル)のデータを保存後にシーケンサ350から発生するFFTロードタイミング信号FFTLTLDにより該1シンボル分のサンプルデータをFFT回路110に入力する。

以後、同様な受信シーケンス動作を繰り返し、最後のシンボルがFFT回路110に入力した後、シーケンサ350はS/Pロードタイミング信号SPLDをローレベルにし、送信シンボル列の後部に付加した冗長信号504を除去する。

(c-2) 通常通信時における受信シーケンス動作(図16参照)

トレーニング信号処理部 370 より通常通信開始信号 CMST が入力すると、シーケンサ 350 は直ちに、S/P ロードタイミング信号 SPLD を発生する。この S/P ロードタイミング信号 SPLD が発生すれば、直列並列変換用バッファ 100 (図 9) は S/P 動作クロック SPCL に同期して TEQ 90 が出力するサンプルデータを順次に記憶する。シーケンサ 350 は、Cyclic Prefix (CP) と 1 シンボルに相当する 272 (= 16+256) 個のサンプルデータが直列並列変換用バッファに記憶されたタイミングで、FFT ロードタイミング信号 FFTLD を発生する。これにより、直列並列変換用バッファ 100 から FFT 回路 110 に 16 サンプルの Cyclic Prefix を除く 1 シンボル分のサンプルデータがロードされ、FFT 回路 110 は所定のタイミングで FFT 演算を行い演算結果を出力する。

一方、直列並列変換用バッファ 100 は、FFT ロード信号 FFTLD 発生後も継続して TEQ 90 が出力するサンプルデータを順次記憶し、シーケンサ 350 は、新たな 272 (= 16+256) 個のサンプルデータが直列並列変換用バッファに記憶されたタイミングで FFT ロード信号 FFTLD を発生する。これにより、直列並列変換用バッファ 100 は FFT 回路 110 に 16 サンプルの Cyclic Prefix を除く 1 シンボル分のサンプルデータをロードし、FFT 回路 110 は所定のタイミングで FFT 演算を行い演算結果を出力する。

以後同様な処理を繰り返し、最後のシンボルが FFT 回路 110 に入力した後、シーケンサ 350 は S/P ロードタイミング信号 SPLD をローレベルにする。

#### (d) パイロットトーン PLT の送出制御

トレーニング信号生成回路 330 のパイロット発生部 330a (図 10) は、TDD-xDSL 伝送の受信区間においてパイロット信号を発生する。又、シーケンサ 310 はセレクト信号 DTSL を発生して該パイロット信号を IFFT 回路 30 の #64 キャリア端子に入力する。IFFT 回路 30 はパイロット信号に IFFT 処理を施し、並列直列変換用バッファ 40 及び DA 変換器 50 を介して受信側に送信する。

パイロット位相検出回路 360 は FFT 回路 110 の #64 キャリア端子から出力する信号に基づいてパイロットトーン PLT の位相を検出し、AD コンバータ 80 の AD 変換タイミングを制御する。これにより、受信側ではパイロットトーンに同期して AD 変換その他の処理を行うことができる。

(e) ISDN400Hz信号の位相送受信

トレーニング信号生成回路330は、トレーニング時にパイロットトーンPLTとは別にトーン信号を送信して、局側より加入者側へISDN400Hz信号の位相(局側TDD-xDSLの送信位相)を通知する(図7、図8参照)。

1バーストの送信シンボル列に4つのトレーニングシンボルが含まれる場合、1バースト内で隣接するトレーニングシンボルの位相を少なくとも1回変化させることでISDN400Hz信号の位相を示すトーン信号を送る。

図7(a)は隣接するシンボルの位相を1バースト内に1回変化させる例であり、1~2番目のシンボルと3~4番目のシンボルのパターンをAからBに変化している。なお、1番目と2番目のシンボルパターンを変化させたり、第3番目と第4番目のシンボルパターンを変化させることもできる。シンボルパターンA、Bとしては、それぞれ図8に示すようにQAMコンステレーションダイアグラムにおいて位相差が互いに $90^\circ$ となるように(図8(a))、もしくは位相差が互いに $180^\circ$ (図8(b))となるように選択する。

図7(b)は、隣接するシンボルの位相を1バースト内に2回変化させる例であり、1番目と2番目のシンボルパターンをB→Aに変化し、3番目と4番目のシンボルパターンをB→Aと変化させている。位相変化点は任意の2組の隣接シンボル間でパターンが変化するようにすれば良い。

図7(a)のパターン変化でISDN400Hz信号の位相(局側TDD-xDSLの送信位相)を通知するには、トレーニング信号生成回路330はシーケンサ310から入力するISDN400Hz信号TTRの立上りに基づいてシンボルパターンがA→A→B→Bと変化するようにデータを発生する。このデータはIFFT回路30でIFFT処理され、図7(a)に示すトレーニングシンボル列となって送信される。これにより、受信側ではA→Bの位相変化時刻を検出し、該位相変化時刻から時刻 $T_1$ 前の時刻をISDN400Hz信号TTRの立上り位相と認識する。実際には複数回の平均値に基づいてISDN400Hz信号TTRの立上り位相を決定する。

図7(b)のパターン変化でISDN400Hz信号の位相(局側の送信位相)を通知するには、トレーニング信号生成回路330はシーケンサ310から入力するISDN400Hz信号TTRの立上りに基づいてシンボルパターンがB→A→A→Bと変化するよう

にデータを発生する。このデータはIFFT回路30でIFFT処理され、図7(b)に示すトレーニングシンボル列となって送信される。これにより、受信側では $B \rightarrow A$ 、 $A \rightarrow B$ の2つの位相変化時刻を検出し、その平均時刻 $T_{avr}$ を求め、該平均時刻より設定時間 $T_2$ 前の時刻をISDN400Hz信号TTRの立上り時刻と認識する。実際には複数回の平均値に基づいてISDN400Hz信号TTRの立上り位相を決定する。図7(b)の例では、1回のトレーニングで2個の位相変化時刻を検出できるから、図7(a)に比べて少ない回数でISDN400Hz信号TTRの立上り位相を決定することができる。

なお、同じxDSL方式であるG.liteでも、パイロット・トーン以外のトーン信号により位相変化を伝達する方法が用いられているが、本発明においてはG.liteの場合となり、FEXT区間での送信を行わない。このため、FEXT区間とNEXT区間の区別を行う必要がなく、したがって、位相変化の方法は $90^\circ$ の他に $180^\circ$ あるいはそれらの組み合わせを用いることができる。

#### (C) トレーニング時と通常通信時のバーストフレームの第1の実施態様

従来のxDSL方式に、G992.2(G.lite)方式がある。G.liteでは、キャリア周波数間隔に4.3125kHz、1DMTシンボル内のサンプル数(キャリア数)に256、パイロット・トーンを送出するキャリアとして#64を用いている。本発明の第1の実施態様は、キャリア周波数間隔にG.lite方式より遅い4kHzを用い、他の項目はG.lite方式同様に1DMTシンボル内のサンプル数(キャリア数)を256とし、パイロット・トーンを送出するキャリアとして#64を選んでいる。

第1実施態様では、送出信号のFFTサンプリング周波数は、キャリア周波数間隔とキャリア数から、1024kHzとなる。またパイロット・トーンの周波数は $4\text{kHz} \times 64 = 256\text{kHz}$ となる。つまり、パイロットトーン1サイクル当たりのデータは、4サンプル分となる。また、第1実施態様では、1シンボルのシンボル長は256サンプルで、周期は $250\mu\text{s}$ となり、ISDNピンポン伝送方式のバースト期間 $1250\mu\text{s}$ との関係から1バーストに含まれるシンボル数は4が上限となる。シンボル数を4とすれば、約 $250\mu\text{s}$ の余裕があり、この余裕期間を利用して冗長信号を付加したり、マージンを設定することができる。すなわち、トレーニングシンボル列の前後に冗長信号503,504を付加しても、1バースト当りのシンボル数は減小せず

、4個のシンボルを送ることができる。

(a) 通常通信時の信号送出区間

第1実施態様での通常通信時の送出フレームの送出区間について、図17を用いて説明する。TDD-xDSL伝送において、通常通信時には、Cyclic Prefix (CP) 702の付いたシンボル701が用いられる。Cyclic Prefixの長さは送信シンボル列が送信区間内に収まる限り任意の長さをとれるが、本実施態様ではCyclic Prefixの長さをxDSL方式の一つであるG992.2(G.lite)方式と同じsample数である16sample(15.625μs)とし、Cyclic Prefix付きのシンボルを4つ連続させて送出シンボル列700を構成した。したがって、送出シンボル列700のシンボル長は1088sample(1.0625ms)となる。

図18に、第1実施態様における通常通信時の伝送シンボル列700とISDNピンポン伝送の信号とのタイミング関係を示す。

まず、下り信号の送出区間を考える。TDD-xDSL送出区間が、ISDNピンポン伝送の受信区間と確実に重ならないようにするため、TDD-xDSL下り信号送出区間を、ISDNピンポン伝送出区間のほぼ中央になるように配置する。ここで、図3に従って説明したように、

$$S_2 + \alpha_2 + \beta_2 \leq D + a$$

を満たす必要がある。

ここで、ISDNピンポン伝送における送信区間 $D = 1.178125\text{ms}$ (1206.4sample)、TDD-xDSL送信信号の長さ $S_2 = 1.0625\text{ms}$ (1088sample)である。マージンを見込んで $a' < a$ なる $a' = 9.375\mu\text{s}$ (9.6sample)を仮にとると

$$S_2 + \alpha_2 + \beta_2 = D + a' \leq D + a$$

を満たす $\alpha_2$ 、 $\beta_2$ をそれぞれ求めれば良い。ここでTDD-xDSL下り送信区間をISDNピンポン下り送信区間の中心に持ってくることから、 $\alpha_2 = \beta_2 = 62.5\mu\text{s}$ (64sample)が求まる。

同様に、上り信号区間について考える。ISDNピンポン伝送の下り信号受信と上り信号送出のガードタイム $b$ は $18.75\mu\text{s}$ (19.2sample)~ $23,4378\mu\text{s}$ (24sample)と幅を持った値である。

このガードタイムは、TDD-xDSL方式とは独立に定められている値であるため、

TDD-xDSLの上り送信シンボル列の送出区間を、ISDNピンポン方式の上り送信区間の中心に、厳密に合わせることはできない。ここでは、大体中心に合わせるということで、ISDNピンポン伝送のガードタイムを $18.75\mu s$  ( $19.2\text{sample}$ )とみなし、その場合には、TDD-xDSLのガードタイム終了時刻  $t_{ge1}$  と、ISDNのカードタイム終了時刻  $t_{eg2}$  がほぼ一致するようにTDD-xDSLのカードタイム  $c$  を選ぶ。

第1実施態様では、図18に示すように、(ISDNピンポン伝送の上り送信区間+ガードタイム  $b$ ) は $1196.875\mu s$  となり、(TDD-xDSL上り信号送出区間  $S_2$  + 前後マージン区間  $\alpha_2 + \beta_2$ ) =  $1187.5\mu s$  ( $1216\text{sample}$ ) となるので、TDD-xDSL伝送のガードタイム  $c$  を $9.765625 \sim 14.64844\mu s$  ( $10 \sim 15\text{sample}$ ) に選び、下り信号と同様に送出タイミングを定めている。

(b) トレーニング時の信号送出区間

次に図17及び図19を用いて、第1実施態様のトレーニング時の信号送出区間についての説明をおこなう。図17に、TDD-xDSLトレーニング用の送出シンボル列500を示す。連続する4つのトレーニングシンボル501の前に付加する冗長信号503は、通常通信時におけるCyclic Prefix702に対し十分に長い区間であることが望まれる。ここでは例として、Cyclic Prefixの長さ $16\text{sample}$  ( $15.625\mu s$ ) に対し十分長い区間である $125\mu s$  ( $128\text{sample}$ ) の冗長信号503を用いることとする。また、後側に付加する冗長信号504の例としては、 $8\text{sample}$  ( $7.8125\mu s$ ) の冗長信号を付加する。以上によりレーニング用シンボル列500を構成している。これにより、 $x_1 = 125\mu s$  ( $128\text{sample}$ )、 $y_1 = 7.8125\mu s$  ( $8\text{sample}$ ) となる。また  $S_1 = 1\text{ms}$  ( $1024\text{sample} = 256\text{sample} \times 4$ ) である。このことから、

$$S_1 + x_1 + y_1 = 1.132813\text{ms} (1160\text{sample})$$

が求まる。続いて図19に示すように通常通信時同様に  $D + a'$  に納まる ( $S_1 + \alpha_1 + \beta_1 + x_1 + y_1$ ) を求めると、

$$1.132813\text{ms} (1160\text{sample}) + \alpha_1 + \beta_1 \leq 1.1875\text{ms} (1216\text{sample})$$

であることから、ここでは  $\alpha_1 = 0\mu s$  ( $0\text{sample}$ )、 $\beta_1 = 54.6875\mu s$  ( $56\text{sample}$ ) を選ぶことにする。

(c) 最悪条件の検討

ところで、ISDNピンポン方式の伝送遅延と、TDD-xDSL方式の伝送遅延とは、別

個に独立に定められたものである。そのため、たとえばISDN回線が近くで（遅延無し）、TDD-xDSL回線が最も遠い（最大遅延の）場合において、トレーニング時に加入者側でTDD-xDSLの下り信号の受信が終わる前にISDNの加入者側からの上り信号の送信が開始され、送信／受信のタイミングがズレてしまう場合が発生する。そこで、ISDN送受信区間に対する、TDD-xDSL送受信区間の最悪条件について考察する。第1実施態様では、TDD-xDSL伝送のシンボル列の長さは、通常通信時(=1088sample)よりトレーニング時(=1160sample)のほうが長くなるので、トレーニング時について考えることとする。

(c-1) 第1の最悪条件

最初に取り上げる最悪条件は、TDD-xDSL伝送の遅延時間が最小で、ISDNピンポン伝送の遅延時間が最大の場合である。図20に示すようにTDD-xDSL伝送の上り信号の送信開始は、ISDNの下り信号が終わる前に送信が始まってはならない。第1実施態様において、ISDN下り信号の受信の終わりの最も遅いタイミングは、ISDN下り送信信号の長さ1.178125ms(1206.4sample)に伝送遅延50 $\mu$ s(51.2sample)を加えたものとなる。

一方、TDD-xDSL上り信号の送信開始の最も早いタイミングは、TDD-xDSL下り信号区間1.132813ms(1160sample)に、信号を送出する前後のマージン区間 $\alpha_1=0\mu$ s(0sample)、 $\beta_1=54.6875\mu$ s(56sample)を加え、上り・下り間のガードタイムと、信号を送出する前後のマージン区間 $\alpha_1(=0)$ を加えた合計となる。以上を比較して、

ISDN下り信号区間末尾<TDD-xDSL上り信号区間先頭

となるように、TDD-xDSLの上り・下り間のガードタイム44.92188~49.80469 $\mu$ s(46~51sample)と決める。この結果、

ISDN下り信号区間末尾1.228125ms(1257.6sample)

<TDD-xDSL上り信号区間先頭1.232422ms(1262sample)

となり、TDD-xDSLの上り信号は、ISDN下り信号受信の終わりより早く送信されない。すなわち、上記最悪条件においてもTDD-xDSL伝送の送信区間は、送信するADSL装置に近い側のISDN装置の送信区間に入っている。

(c-2) 第2の最悪条件



次にあげる最悪条件は、逆に、TDD-xDSLの遅延時間が最大で、ISDN装置の遅延時間が最小である最悪条件について説明する。この場合には図21に示すようにTDD-xDSLの下り信号の受信区間の終わりが、ISDN上り信号の送出開始の前に終わらなければならない。第1実施態様においてTDD-xDSL下り信号の受信の終わりの最も遅いタイミングは、TDD-xDSL下り信号の送信信号の長さ1132.813ms(1160sample)に、伝送遅延時間 $57.8125\mu s$ (59.2sample)と、信号を送出する前のマージン区間 $\alpha_1 (=0)\mu s$ (0sample)に、受信タイミングのズレに対するマージン $4.882813\mu s$ (5sample)を加えたものである。

これに対し、ISDNピンポン伝送の最も早い上り信号の送信タイミングは、ISDN下り信号区間1.178125msに、最小の上り・下り間のガードタイム $18.75\mu s$ (19.2sample)を加えたもの(=1.196875msec)となる。以上を比較して、

TDD-xDSL下り信号区間末尾1.195508ms (1224.2sample)

< ISDN上り信号区間先頭1.196875ms (1225.6sample)

となり、TDD-xDSLの下り信号受信は、ISDN上り信号の送信開始より早く受信される。この結果、上記最悪条件下においても、ISDNの上り信号送出区間がTDD-xDSL下り信号受信区間にかかることはない。

### (c-3) 第3の最悪条件

次に、TDD-xDSL伝送の遅延時間が最大の場合に、①TDD-xDSL上り信号の受信区間が次のバーストのISDNピンポン伝送の下り信号送出区間にかからないことを図22を用いて説明する。

TDD-xDSLの上り受信信号の末尾は、①TDD-xDSLの下り信号の送出区間1.132813ms(1160sample)に、②信号を送出する前後のマージン区間 $\alpha_1=0\mu s$ (=0sample)、③ $\beta_1=54.6875\mu s$ (56sample)、④伝送遅延 $57.8125\mu s$ (59.2sample) $\times 2$ (上り、下りの2方向なので)、⑤上り・下りの最大ガードタイム $49.80469\mu s$ (51sample)に受信タイミングのズレに対するマージン $4.882813\mu s$ (5sample)、⑥上り信号の送出区間1.132813ms(1160sample)、⑦信号を送出する前のマージン区間 $\alpha_1=0\mu s$ (0sample)に、⑧DMTシンボルの送出を送りはじめるときの立ち上り遅れ、あるいは止めたときに残る余韻の信号に対するマージン $0.976567\mu s$ (1sample) $\times 2$ を加えたもの(=2.492578msec)となる。これに対して、ISDNピンポン伝送のバースト周

期は2.5msとなる。以上を比較して、

TDD-xDSL上り信号区間の末尾2.492578ms (2552.4sample)

< ISDNバースト周期2.5ms (2560sample)

となり、TDD-xDSLの上り信号の受信は、次のISDNの下り信号の送信開始より早く終了する、すなわち、TDD-xDSL伝送の遅延時間が最大の場合でも、TDD-xDSL上り信号の受信区間が、次のバーストのISDN送出区間にまたがることは無い。

以上、最悪の条件に関して検討した。しかし、ISDN回線及びTDD-xDSLのメタリック回線が隣接する場合、それらは同じ局に対して接続されるため、最悪の条件は実際にはあり得ない。

例えばISDN回線に伝送遅延時間が無く、TDD-xDSL回線の伝達遅延時間が最大の場合は、図23 (a) に示すように、加入者側ISDN装置DSUが局CNのそばに配置され、加入者側TDD-xDSL装置xTU-Rが局から遠い場所が配置された場合となる。この場合にISDN装置DSUからの上り信号がTDD-xDSL回線に漏れこんだ場合、ISDN装置DSUが配置された地点から、TDD-xDSL装置xTU-Rの配置された地点へ雑音が伝わるには、伝送遅延が生じるので、局側からの下りTDD-xDSL信号送信が終わっていれば、ISDN回線の上り信号に影響されることはない。

反対に、ISDN回線の伝送遅延時間が最大で、TDD-xDSL回線の伝達遅延時間が無い場合は、図23 (b) に示すように、加入者側ISDN装置DSUが局CNから離れた場所に配置され、加入者側のTDD-xDSL装置xTU-Rが局のそばに配置された場合となる。この場合もTDD-xDSL伝送の上り信号が加入者側ISDN装置DSUに雑音として漏れこむには、伝達遅延が生じるので局側からのISDN下り信号の送信が終わっていればISDN回線に影響を及ぼすことはない。

#### (d) トレーニング時及び通常通信時の送信シンボル列の位相差

トレーニング用送信シンボル列と、通常通信時送信シンボル列との位相差を、図24にて説明する。トレーニング時における先頭シンボル501の開始位置と通常通信時のCyclic Prefix(CP)を除いた先頭のシンボル701の開始位置との差は、図24により明らかなように、下り送信の場合、 $\theta d_1 = 46.875 \mu s$  (48sample)、上り送信の場合  $\theta d_2 = 82.0312 \mu s$  (84sample)となる。

$3.90625 \mu s$  (4sample)にてパイロット・トーン1周期となるため、位相差は $\theta d_1$

,  $\theta d_2$ はパイロット・トーンのそれぞれ12倍、21倍となっており、位相差がパイロット・トーン周期の整数倍という条件を満たしている。

## (2) 第2の実施態様

第2の実施態様は、G.lite方式同様にキャリア周波数間隔として4.3125kHz、キャリア数(サンプル数)として256、パイロット・トーンを送出するキャリアとして#64を選んだ場合である。

第2実施態様では、サンプリング周波数1104kHz、パイロット・トーン周波数276kHzとなる。したがって、第1実施態様と同様に $3.623188\mu s$  (4sample)でパイロット・トーンの1周期となる。また、第2実施態様では、Cyclic Prefixの長さはG.lite方式よりも長い例として $28.98551\mu s$  (32sample)とし、トレーニング時の前に付加する冗長信号503の長さをG.lite方式のCyclic Prefixよりも十分に冗長な長さとして $115.94203\mu s$  (128sample)、後に付ける冗長信号の長さを $18.11594\mu s$  (20sample)とした。以上から、通常通信時、トレーニング時それぞれの送出シンボル列500,700の構成は、図25に示す通りとなる。

第2実施態様における通常通信時での信号送信区間を図26を参照して説明する。第1実施態様の場合と同様、ISDNピンポン伝送の送出区間のほぼ中央にTDD-xDSL信号送出区間がくるようにすると、 $D + a' = 1.1875ms$  (1311sample)、 $S_2 = 1.043478ms$  (1152sample)とすれば、 $\alpha_2 + \beta_2 = 144.0217\mu s$  (159sample)となるので、 $\alpha_2 = 70.65217\mu s$  (78sample)、 $\beta_2 = 73.36957\mu s$  (81sample)を選ぶ。

また、同様に、第2実施態様におけるトレーニング時の信号送出区間を図27に示す。 $D + a' = 1.1875ms$  (1311sample)、 $S_1 + x_1 + y_1 = 1.061594ms$  (1172sample)であるから、 $\alpha_1 + \beta_1 = 125.9058\mu s$  (139sample)となる。従って、第1実施態様の場合と同様に、ISDNピンポン伝送の送出区間のほぼ中央にTDD-xDSL信号の送出区間がくるようにするものとすれば、 $\alpha_1 = 63.4057\mu s$  (70sample)、 $\beta_1 = 62.5\mu s$  (69sample)を選ぶ。

また、下り・上り信号間のガードタイムは、(TDD-xDSL送信区間 $S_1$ +前後マージン $\alpha_1 + \beta_1$ ) =  $1278.125\mu s$  (1227sample)となることから $27.17391 \sim 31.7029\mu s$  (30~35sample)とする。

第2実施態様において、前述の第1最悪条件、第2最悪条件、第3最悪条件を

考察すると以下の①, ②, ③が成立する。

①最も遅いISDN下り信号区間の末尾1.228125ms (1355.85sample)

＜最も早いTDD-xDSL上り信号区間の先頭1.27808ms (1411sample)

②最も遅いTDD-xDSL下り信号区間の末尾1.192029ms (1316sample)

＜最も早いISDN上り信号区間の先頭1.196875ms (1321.35sample)

③TDD-xDSL上り信号区間の末尾2.475543ms (2733sample)

＜ISDNバースト周期2.5ms (2760sample)

①により、第1最悪条件下でも、TDD-xDSL伝送の上り信号は、ISDN下り信号受信の終わりより早く送信されない。

また、②により、第2の最悪条件下でも、TDD-xDSLの下り信号受信は、ISDN上り信号の送信開始より早く受信される。

また、③により、第3の最悪条件下でも、TDD-xDSLの上り信号の受信は、次のバーストのISDNの下り信号の送信開始より早く終了する。

通常通信の送信シンボル列700と、トレーニング時の送信シンボル列500との位相差の関係を図25を用いて説明すると、位相差は $79.71014\mu s$  (88sample) = パイロット・トーン周期 $\times 22$ となり、位相差がパイロット・トーンの整数倍 (= 22倍) となっている。

以上詳述したように、本発明によれば、TDD-xDSL方式によるデジタル加入者線伝送方式において、通信確立のトレーニングを高速化し、通信の信頼性を向上し、かつ従来方式に比べ通信機の構造を単純化することができる。

すなわち、本発明によれば、TDD-xDSL伝送において、通常通信に先立って行われるトレーニング時に、DMTシンボル列の前または後または前後に該DMTシンボル列内のデータの一部を冗長に付加して送信し、受信側で該冗長部分を除去するようにしたから、冗長部分で歪みが発生するがトレーニングシンボル部分で歪みが生じず、全トレーニングシンボルを用いてトレーニングが可能になり、トレーニング時間を短縮することができる。

又、本発明によれば、冗長データ付加後の送信トレーニングシンボル列の長さを、該トレーニングシンボル列がISDNピンポン伝送の送信区間内に収まるようにしたから、換言すれば、トレーニングシンボル列がISDNピンポン伝送の受信区間

内に入らないようにしたから、ISDNピンポン伝送のNEXTの影響をなくせSN比が良好な通信ができる。

又、本発明によれば、TDD-xDSL伝送において、隣接する送信バーストシンボル列のサンプルデータの連続性を確保するようにタイミング再生用信号として使用するパイロット・トーンの周波数を設定し、あるいは隣接する送信バーストシンボル列間の信号送出をしない区間の長さをパイロット・トーン周期の整数倍にしたから、パイロット・トーンの位相が隣接する送信バーストシンボル列の間でズレることがなく、受信側は正確なタイミングで処理ができる。

又、本発明によれば、TDD-xDSL伝送において、トランシーバのトレーニングにおけるCyclic Prefixが付加されていないトレーニングシンボルと通常のデータ通信時においてCyclic Prefixを除いたDMTシンボル間の位相差を、タイミング再生用信号として使用するパイロット・トーンの周期の整数倍にしたから、トレーニングから通常データ通信へのシーケンス移行時に、タイミング再生信号（パイロットトーン）の位相ズレが発生せず、正確な処理が可能となる。

又、本発明によれば、TDD-xDSL伝送において、局側におけるTDD-xDSLバースト信号の送信タイミング(ISDN400Hz信号の位相)を加入者側に通知する際、パイロットトーンとは別に1送信バースト内で1回以上位相変化するトーンを伝送し、受信側で該トーンの位相変化を検出してTDD-xDSLバースト信号の送信タイミングを認識するようにしたから、TDD-xDSL伝送のトレーニング時に送信タイミング(ISDN400Hz信号の位相)を検出して正しいTDD-xDSL伝送ができる。又、トーンの位相を $90^{\circ}$ あるいは $180^{\circ}$ 変えるようにすることにより、初期時に送信タイミング(ISDN400Hz信号の位相)が不明であっても確実に該送信タイミングを認識できる。

### 請求の範囲

1. xDSL装置間でTDD-xDSL伝送によりDMTシンボル列の送信と受信を交互に行うデジタル加入者線伝送方法において、

通信設定を行うトレーニング時、トレーニングシンボル送信側において、同一パターンのトレーニングシンボル列の前または後または前後に該シンボル列内のデータの一部を付加して、連続したトレーニングシンボル列として送信することを特徴とするデジタル加入者線伝送方法。

2. 請求項1記載のデジタル加入者線伝送方法において、

トレーニングシンボル列の受信側において該シンボル列の前後に付加されたデータを削除することを特徴とする。

3. 請求項1または請求項2のデジタル加入者線伝送方法において、

データ付加後のトレーニングシンボル列が、ISDNピンポン伝送の受信区間内に入らないようにその長さを設定して送信することを特徴とする。

4. 請求項3記載のデジタル加入者線伝送方法において、

通常通信時の送信シンボル列が、ISDNピンポン伝送の受信区間内に入らないようにその長さを設定して送信すると共に、

該送信シンボル列を構成する各シンボルの前に付加するサイクリック プレフィックスの長さをトレーニングシンボル列の前に付加された前記データ部分の長さより短くすることを特徴とする。

5. xDSL装置間でTDD-xDSL伝送によりDMTシンボル列の送信と受信を交互に行うデジタル加入者線伝送方法において、

隣接する送信バーストシンボル列のサンプルデータの連続性を確保するようにタイミング再生用信号として使用するパイロット・トーンの周波数を設定し、あるいは隣接する送信バーストシンボル列間の信号送出をしない区間の長さをパイロット・トーン周期の整数倍にすることを特徴とするデジタル加入者線伝送方法。

6. xDSL装置間でTDD-xDSL伝送によりDMTシンボル列の送信と受信を交互に行うデジタル加入者線伝送方法において、

サイクリック プレフィックスが付加されていないトレーニングシンボルと、通

常のデータ通信時におけるサイクリック プレフィクスが付加されているシンボルから該サイクリック プレフィクスを除いたシンボル間の位相差を、タイミング再生用信号として使用するパイロット・トーン周期の整数倍とすることを特徴とするデジタル加入者線伝送方法。

7. xDSL装置間でTDD-xDSL伝送によりDMTシンボル列の送信と受信を交互に行うデジタル加入者線伝送方法において、

局側のTDD-xDSLバースト信号の送信タイミングを加入者側に通知するトーンを追加し、

該トーンの位相を1送信バースト内に1回以上変化させることにより、TDD-xDSLバースト信号の送信タイミングを加入者側に通知する、

ことを特徴とするデジタル加入者線伝送方法。

8. 請求項7記載のデジタル加入者線伝送方法において、

加入者側は、前記トーンの位相変化を検出して局側のTDD-xDSLバースト信号の送信タイミングを識別することを特徴とする。

9. 請求項7記載のデジタル加入者線伝送方法において、

トレーニングシンボル列を構成する隣接シンボルの位相を $90^\circ$ あるいは $180^\circ$ 変化することによりトーンの位相を変化することを特徴とする。

10. TDD-xDSL伝送によりDMTシンボル列の送信と受信を交互に行うデジタル加入者線伝送装置において、

通常通信に先立って行われるトレーニング時、トレーニングシンボル列の前または後または前後に該シンボル列内のデータの一部を付加して送信する送信部、を備えたことを特徴とする。

11. 請求項10記載のデジタル加入者線伝送装置において、

受信したトレーニングシンボルに付加されたデータを削除してトレーニングを行う受信部、を備えたことを特徴とする。

12. 請求項10記載のデジタル加入者線伝送装置において、

前記送信部は、データ付加後の送信トレーニングシンボル列が、ISDNピンポン伝送の受信区間内に入らないようにその長さを設定して、送信する送信制御部を有することを特徴とする。

13. 請求項12記載のデジタル加入者線伝送装置において、

前記送信制御部は、隣接する送信バーストシンボル列間の信号送出をしない区間の長さをパイロット・トーン周期の整数倍にすることを特徴とする。

14. 請求項12記載のデジタル加入者線伝送装置において、

前記送信制御部は、サイクリック プレフィクスが付加されていないトレーニングシンボルと、通常のデータ通信時におけるサイクリック プレフィクスが付加されているシンボルから該サイクリック プレフィクスを除いたシンボル間の位相差を、タイミング再生用信号として使用するパイロット・トーン周期の整数倍にすることを特徴とする。

15. 請求項10記載のデジタル加入者線伝送装置において、

トーンの位相を1送信バースト内に1回以上変化させることにより、局側のTD D-xDSLバースト信号の送信タイミングを加入者側に通知する送信タイミング通知手段を有することを特徴とする。

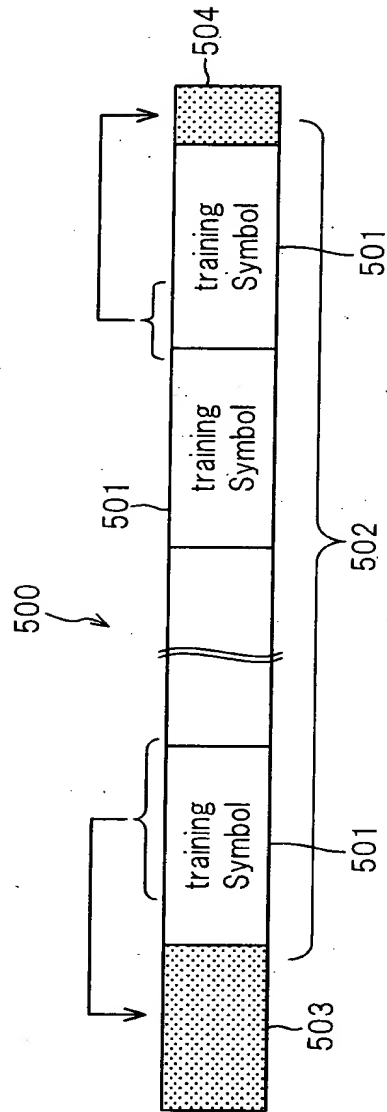
16. 請求項15記載のデジタル加入者線伝送装置において、

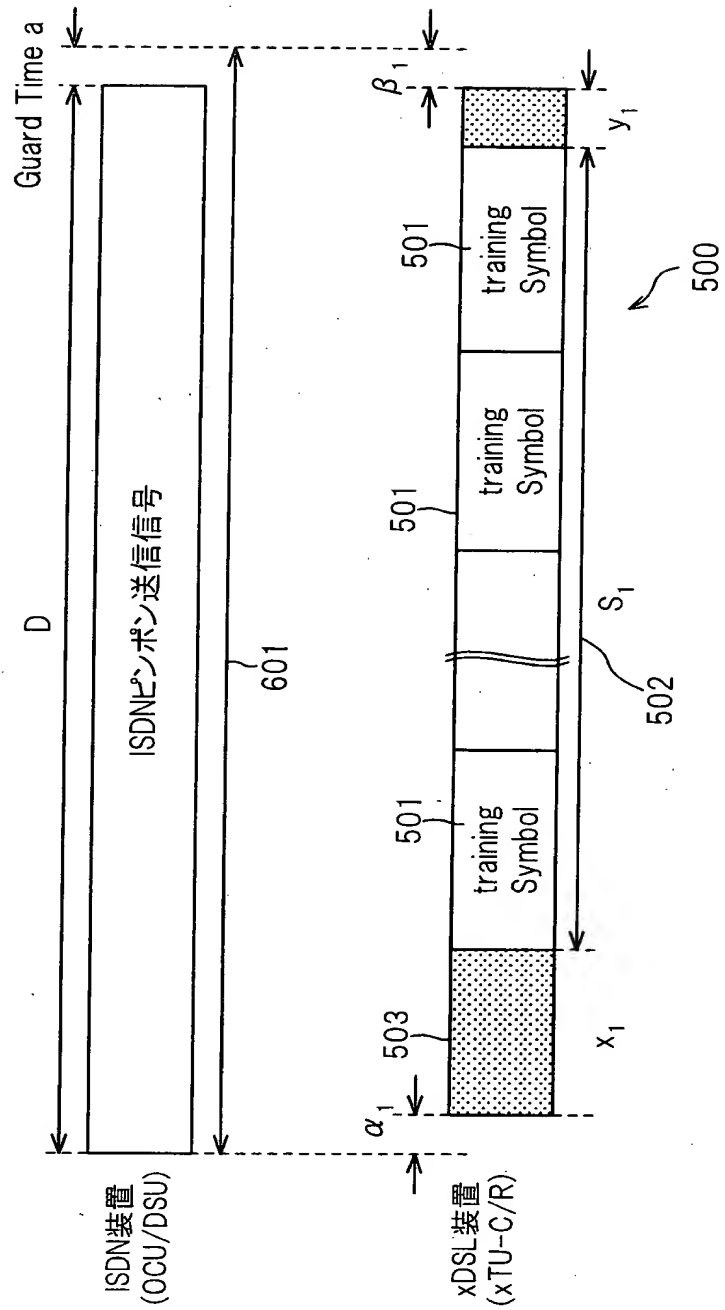
送信タイミング通知手段は、トレーニングシンボル列を構成する隣接シンボルの位相を $90^\circ$ あるいは $180^\circ$ 変化することによりトーンの位相を変化することを特徴とする。

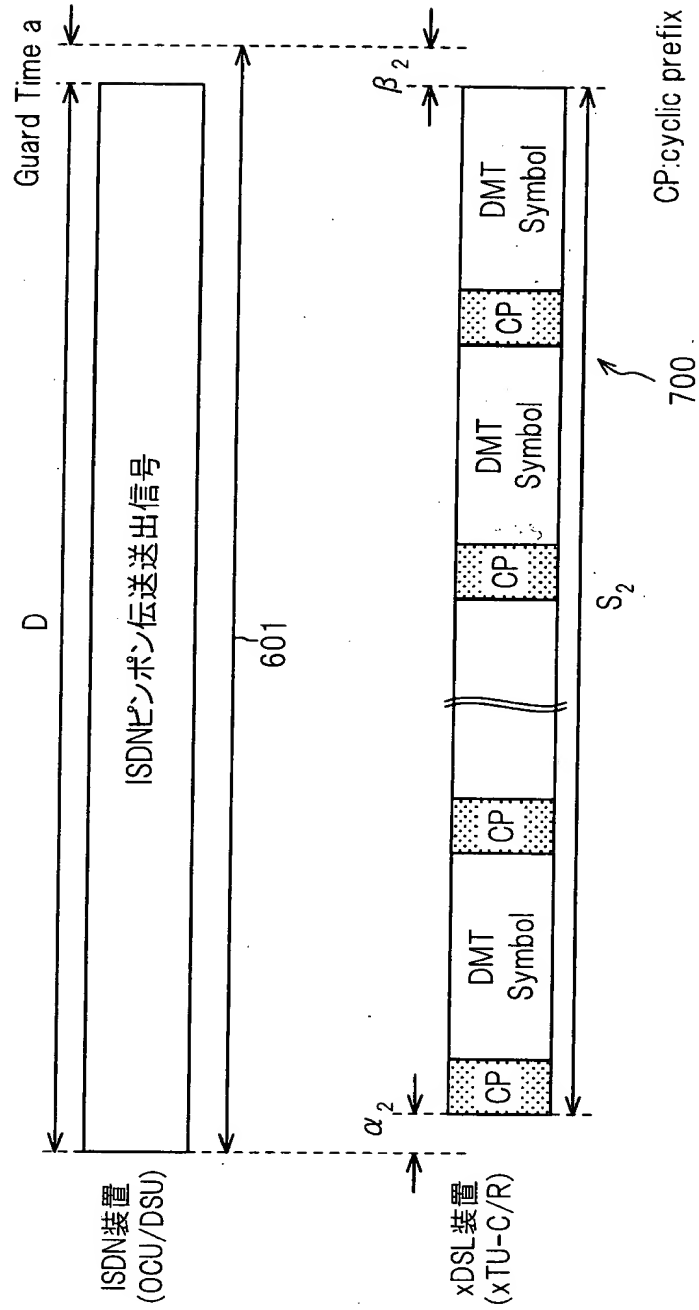


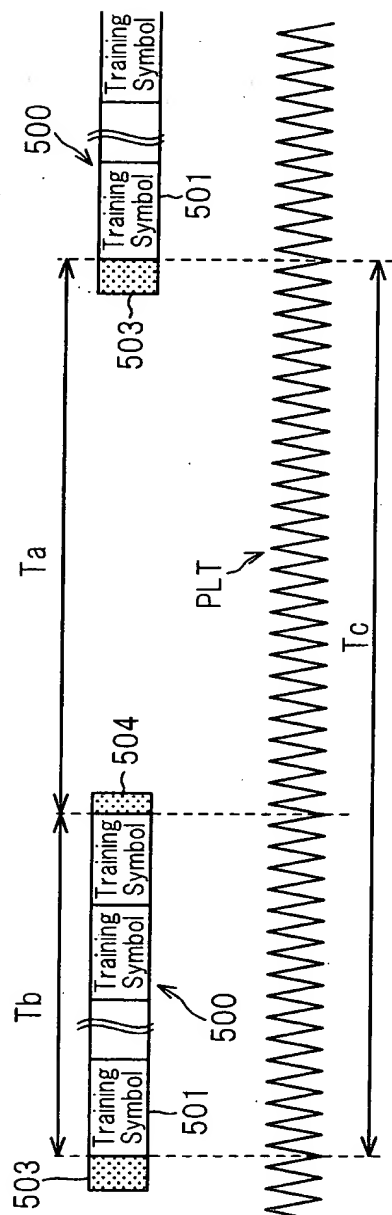
## 要 約 書

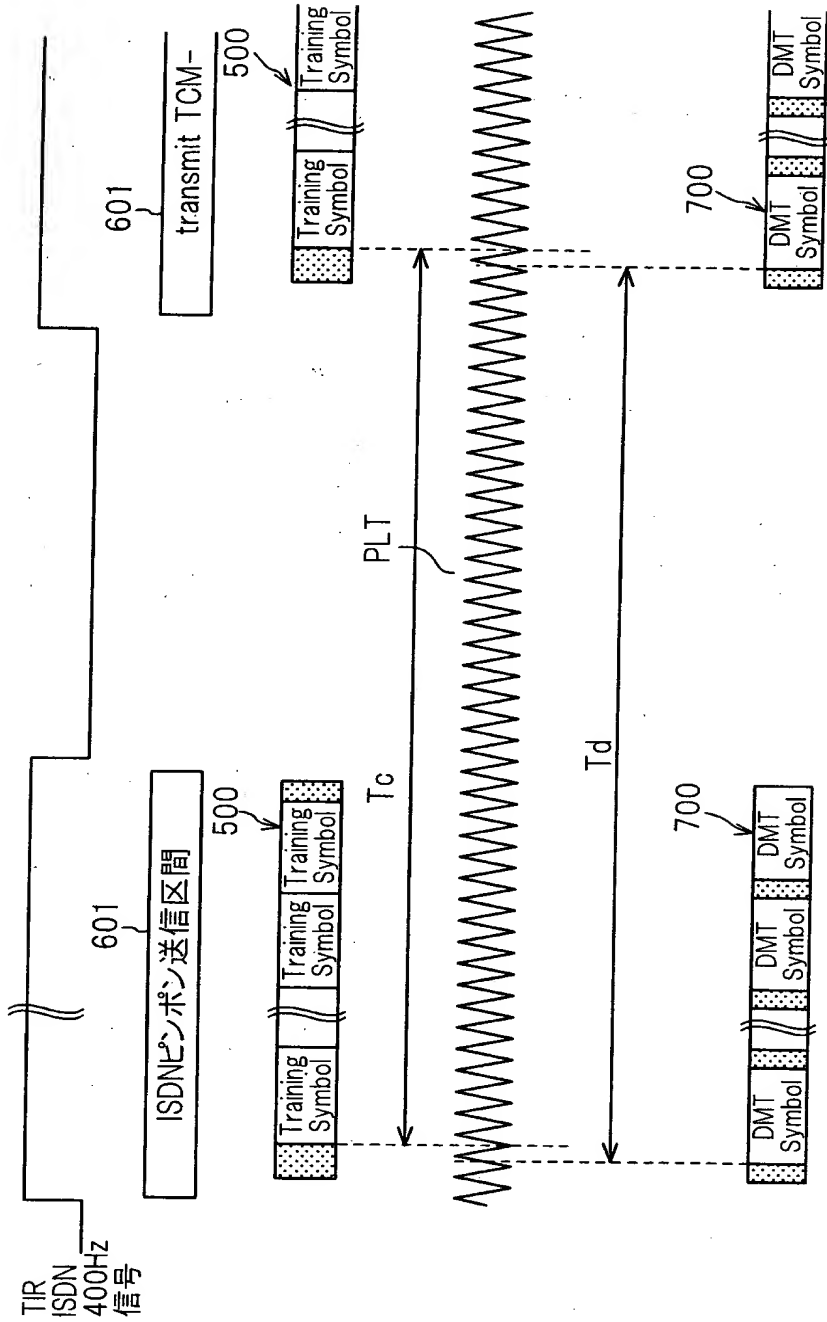
xDSL装置間でTDD-xDSL伝送によりDMTシンボル列の送信と受信を交互に行うデジタル加入者線伝送方法において、通常通信に先立って行われるトレーニング時、トレーニングシンボル送信側において、トレーニングシンボル列の前または後または前後にDMTシンボル列内のデータの一部を冗長に付加して送信し、トレーニングシンボル列の受信側においてシンボル列の前後に付加された冗長データを削除してトレーニングを行う。

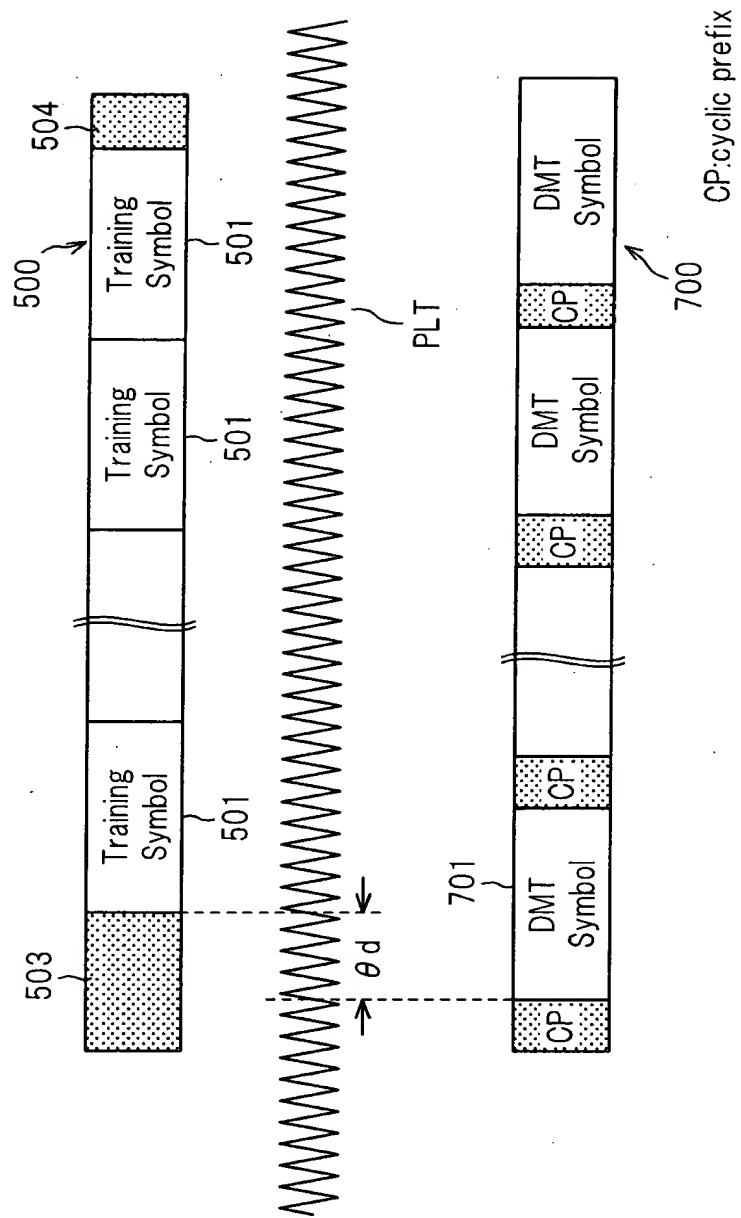


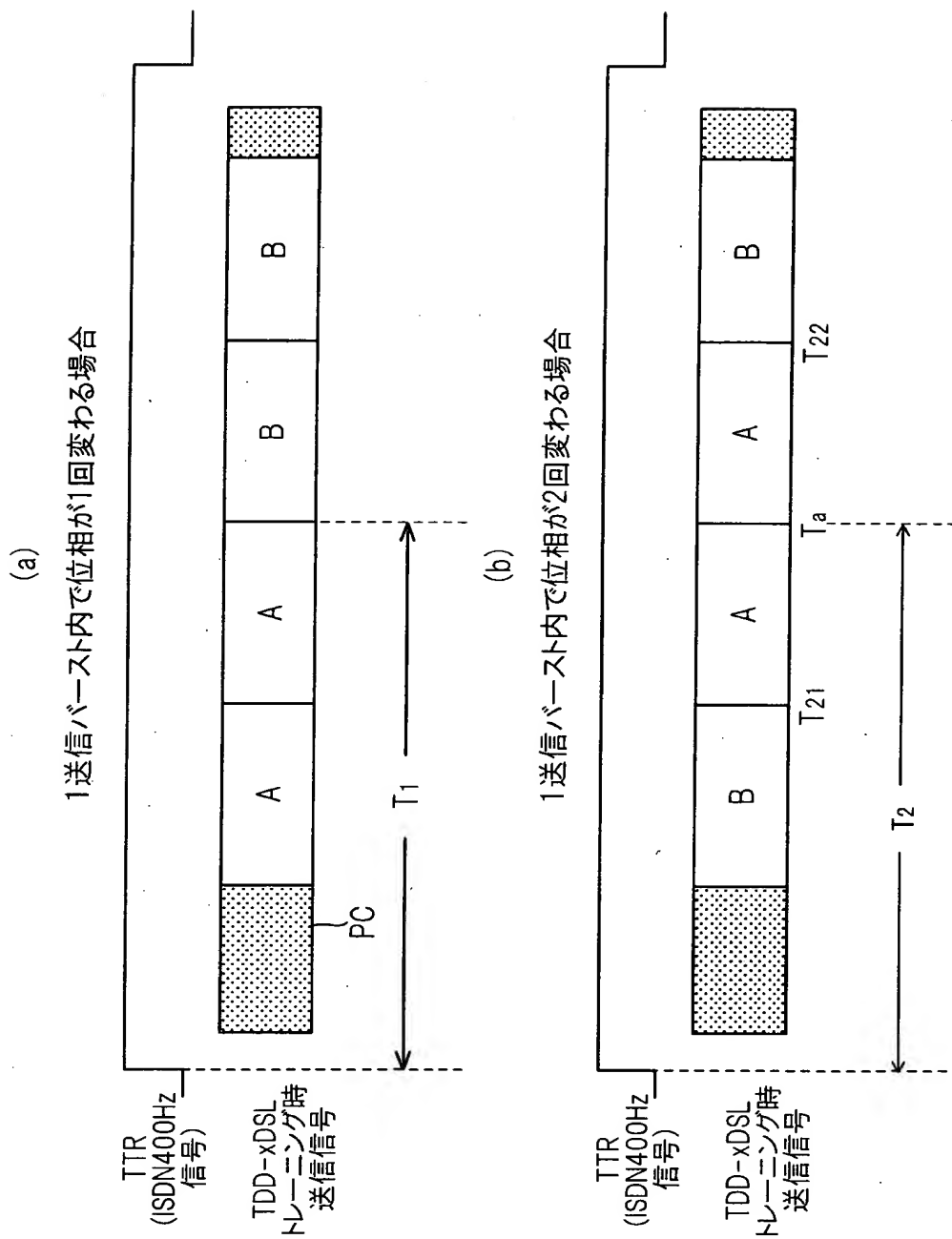






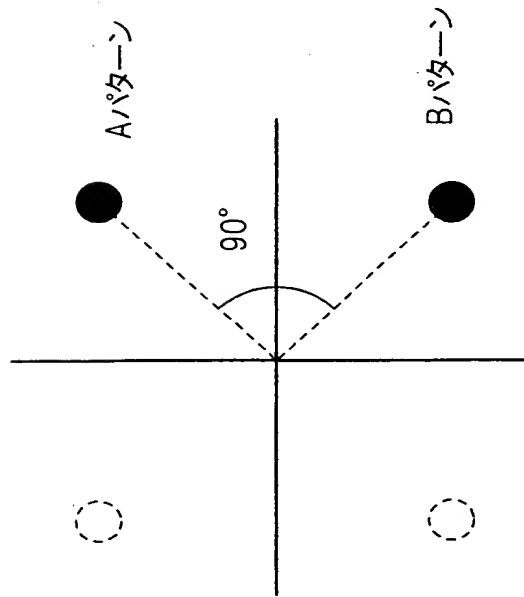






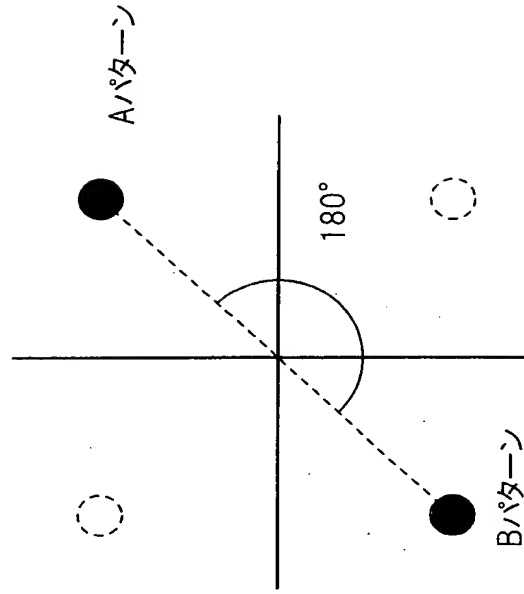


(a)

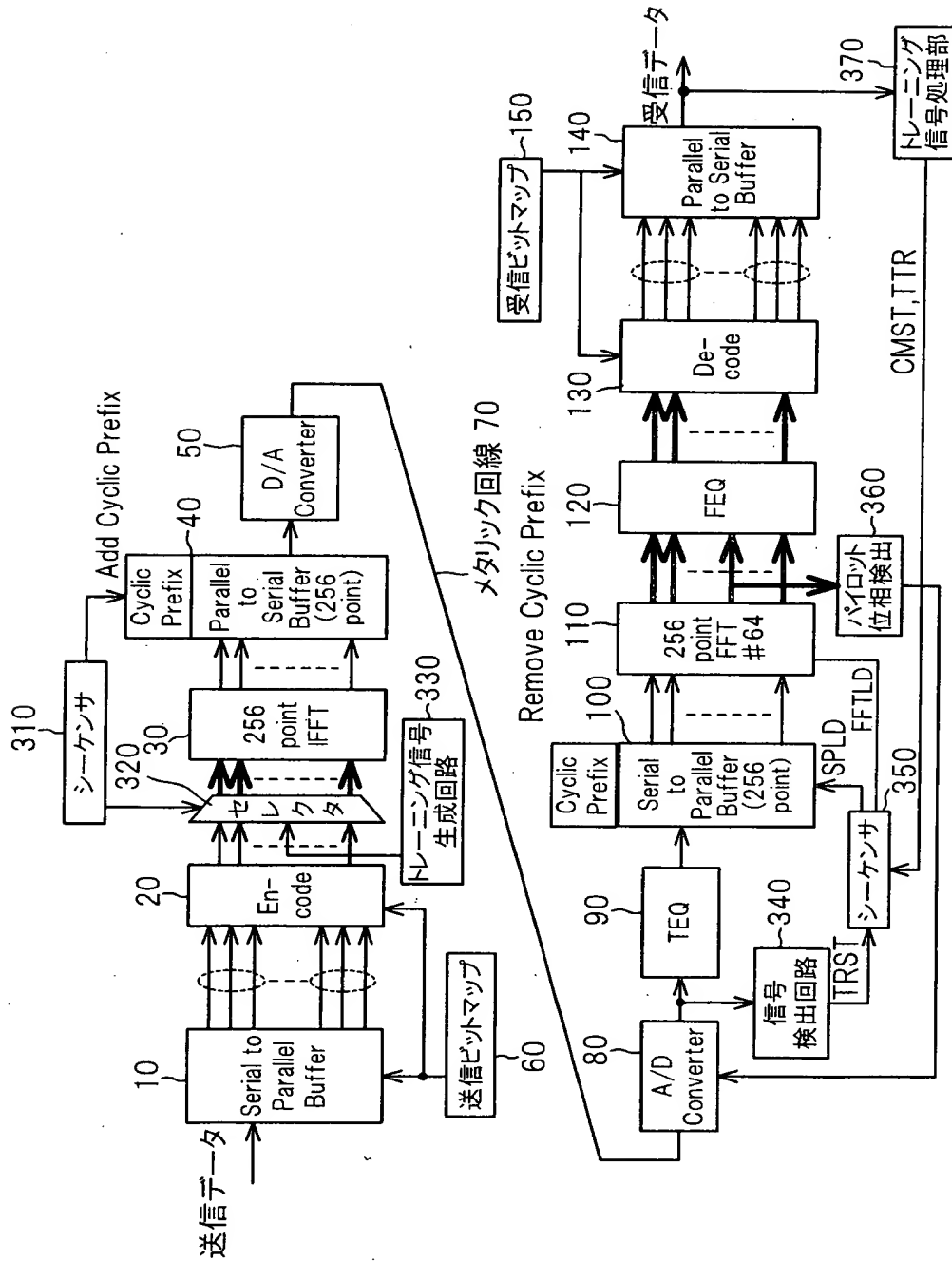


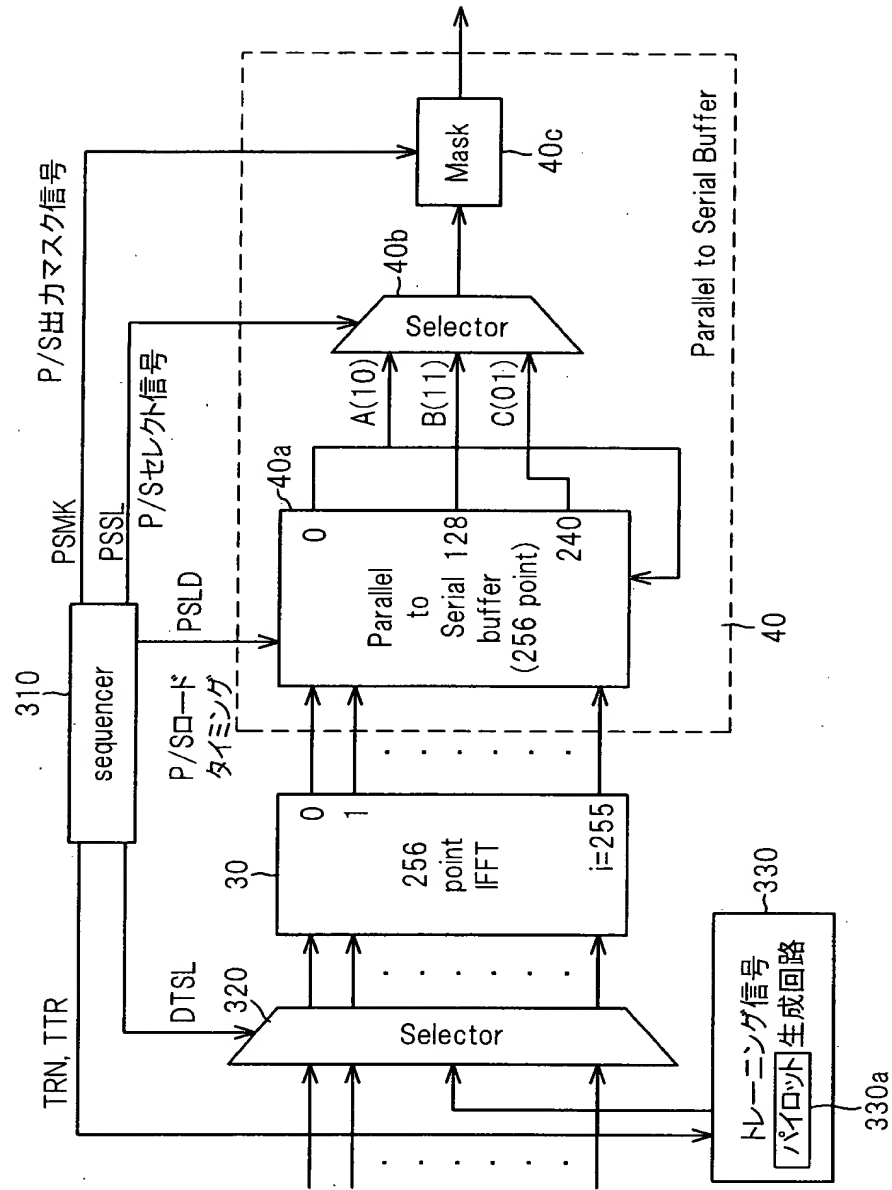
トレーニングシンボル毎の送信パターン1

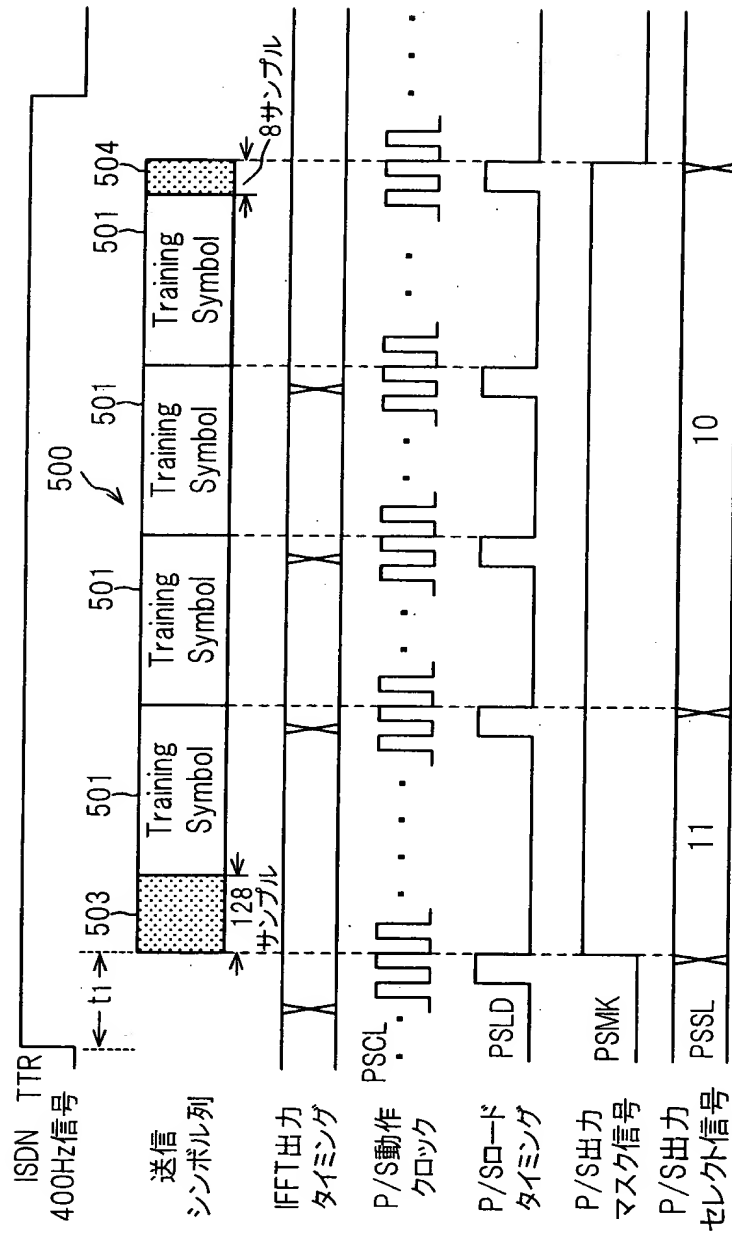
(b)

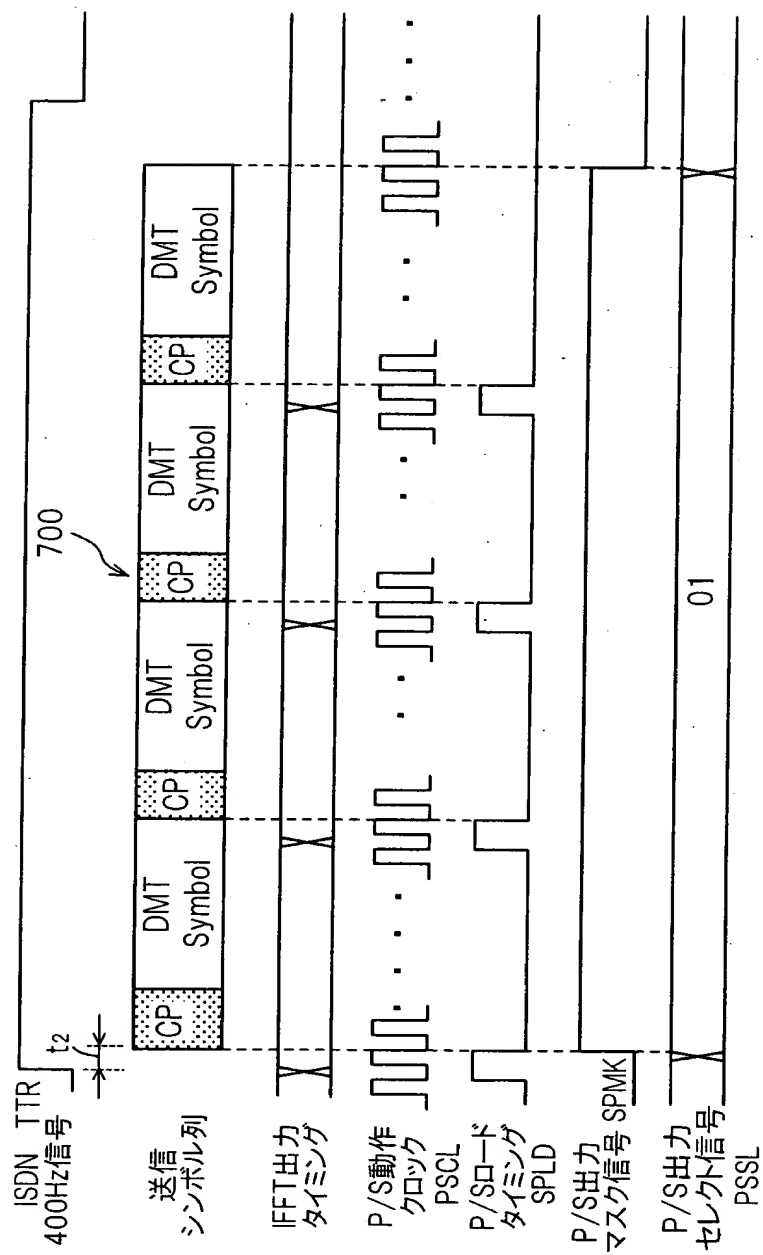


トレーニングシンボル毎の送信パターン2

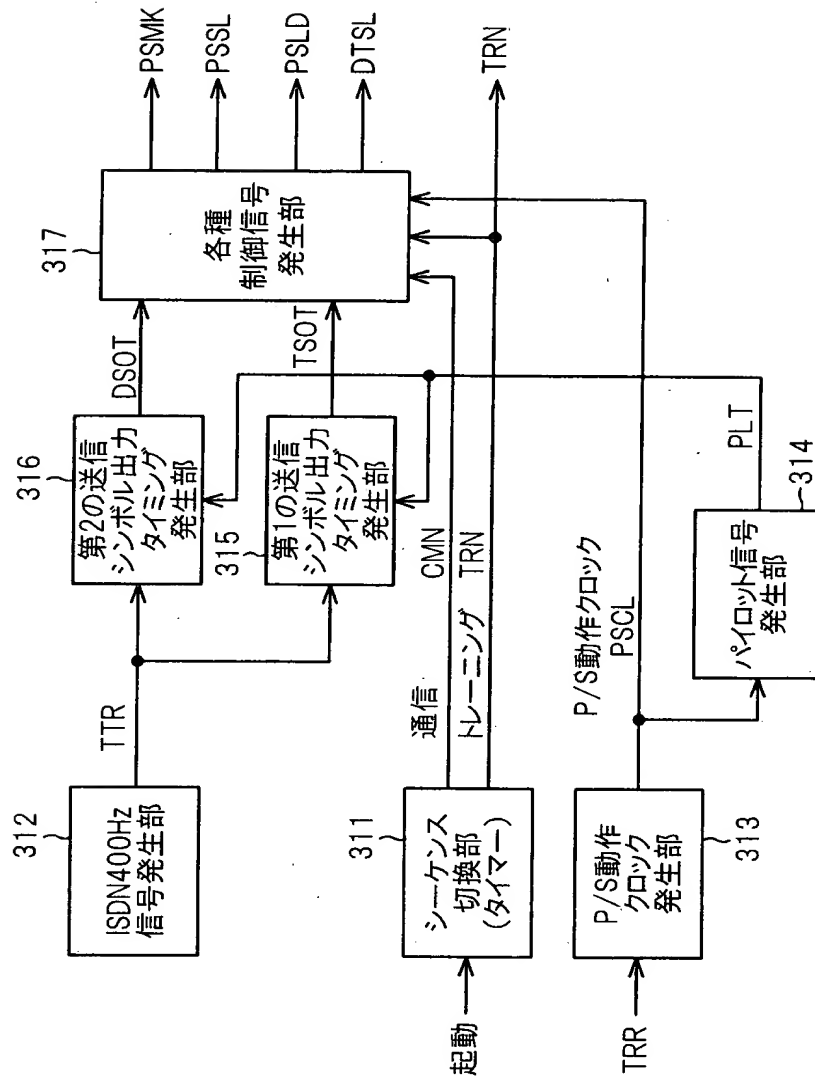


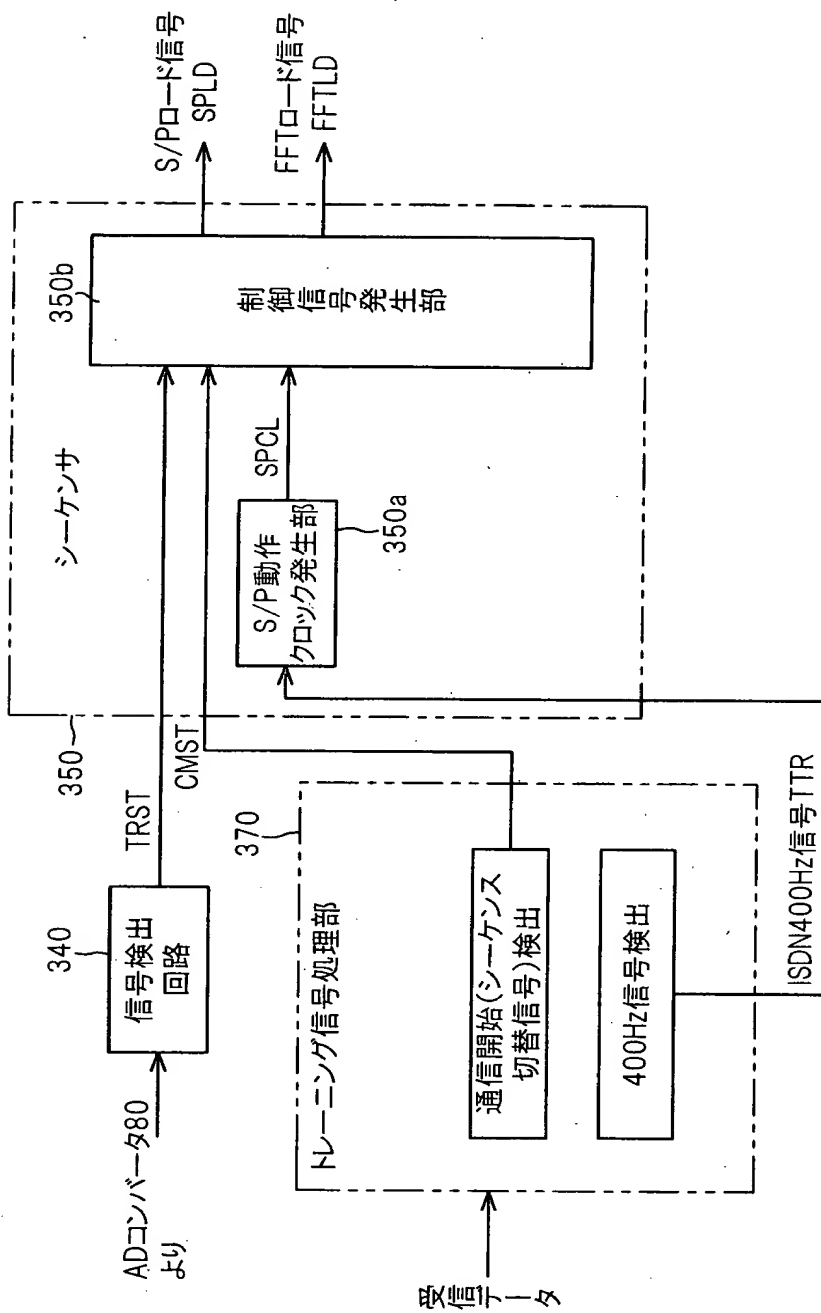


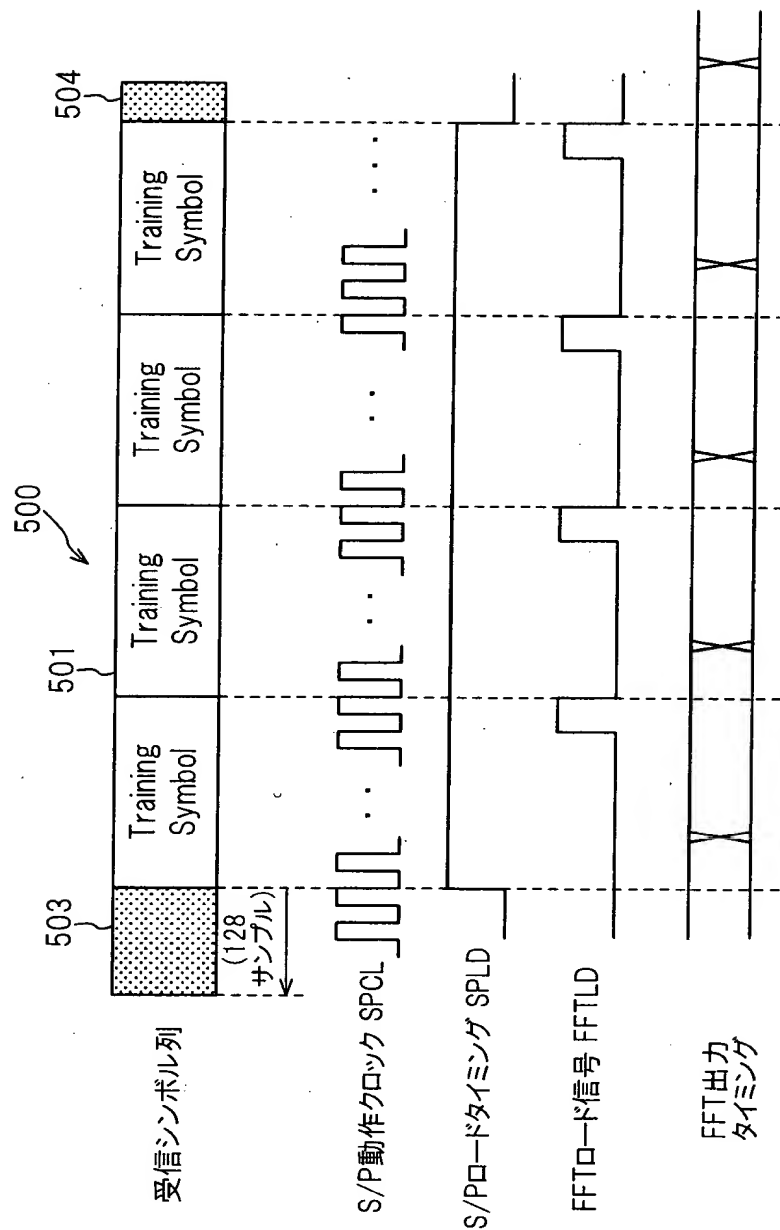




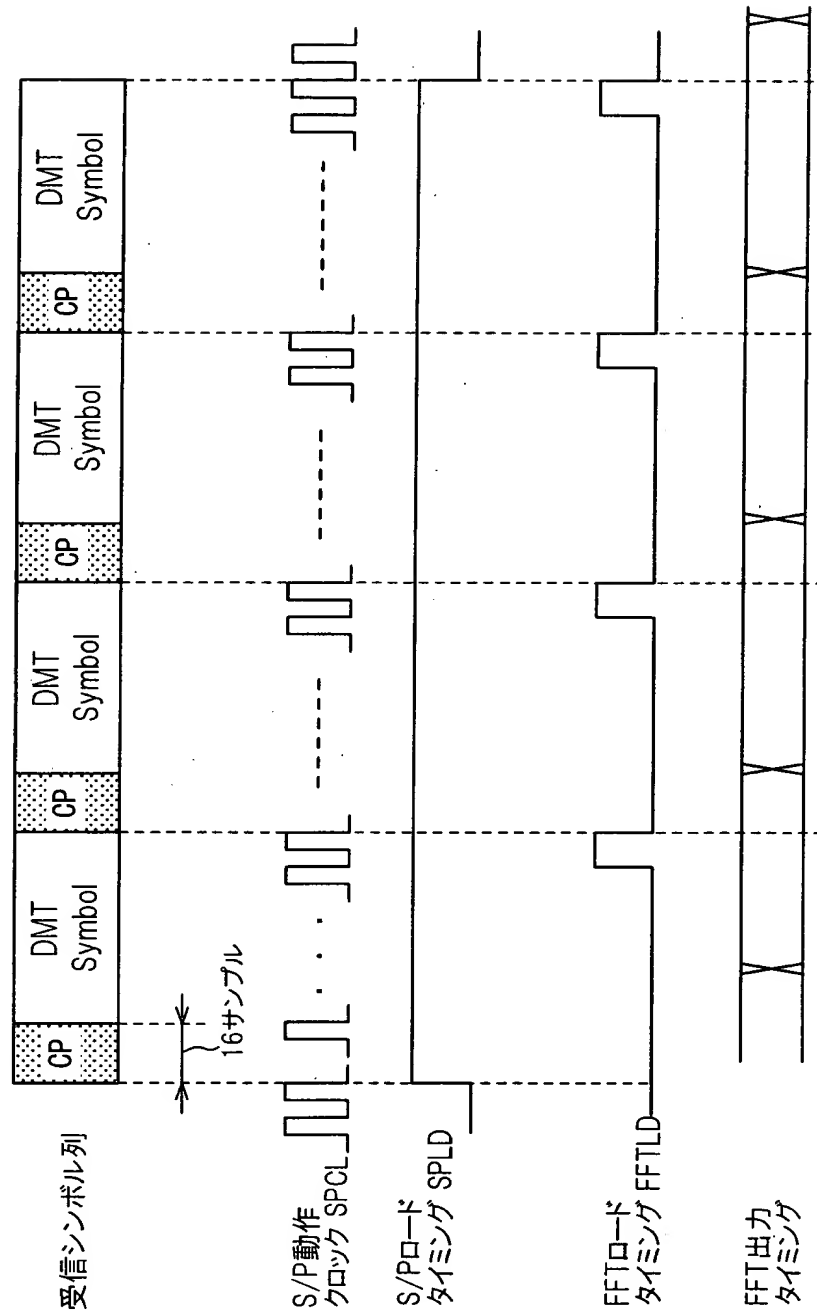
CP:cyclic prefix

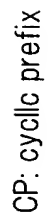


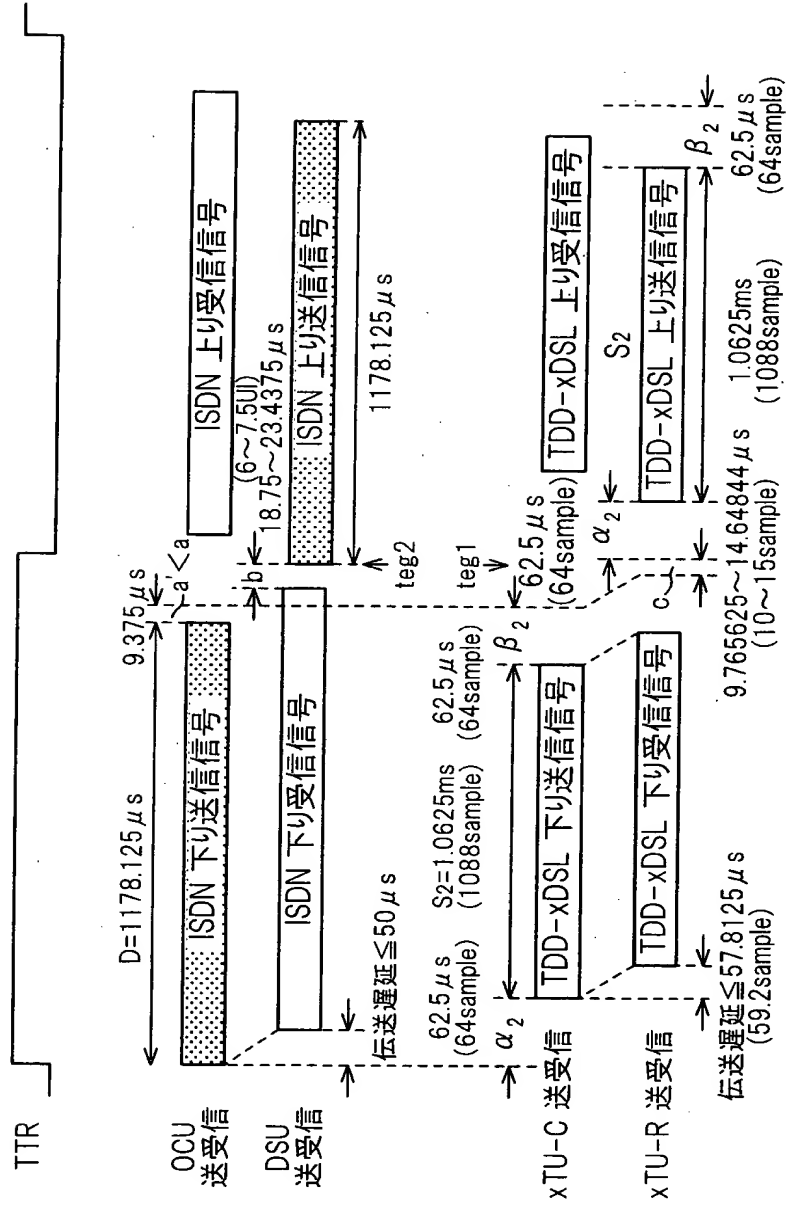


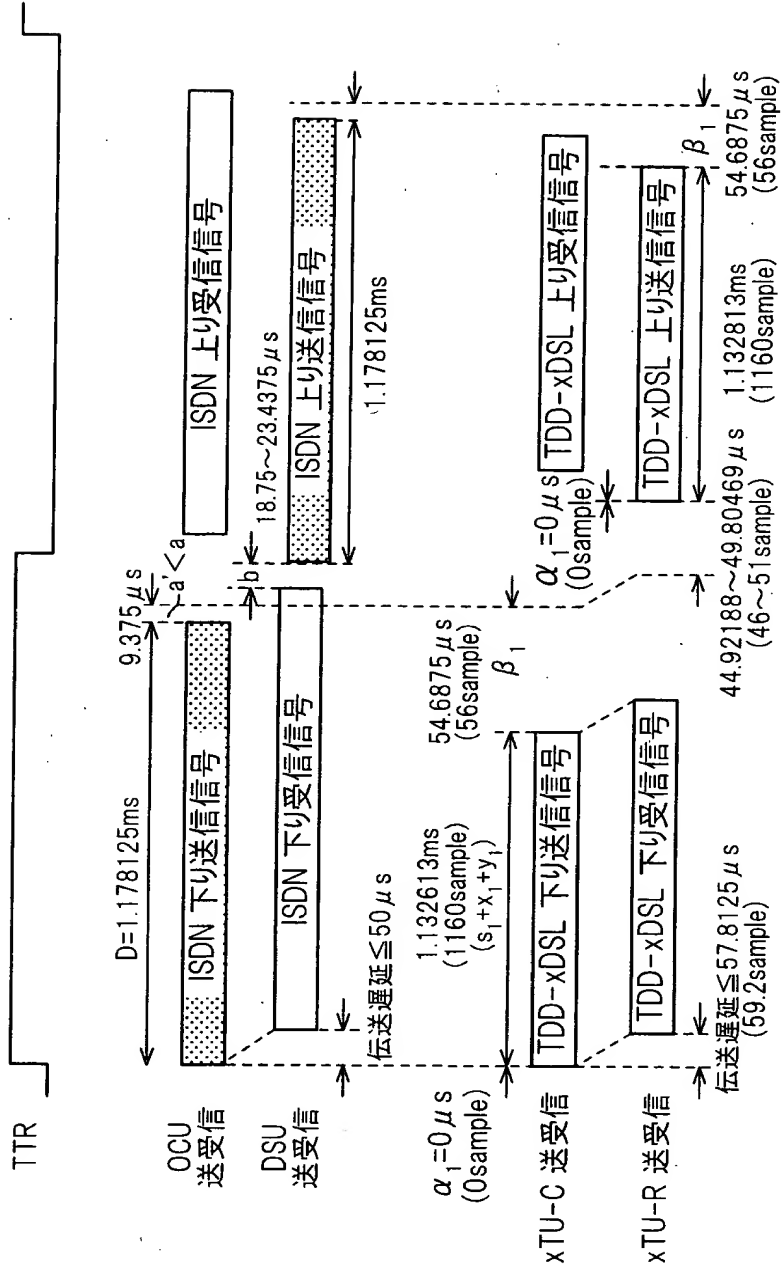


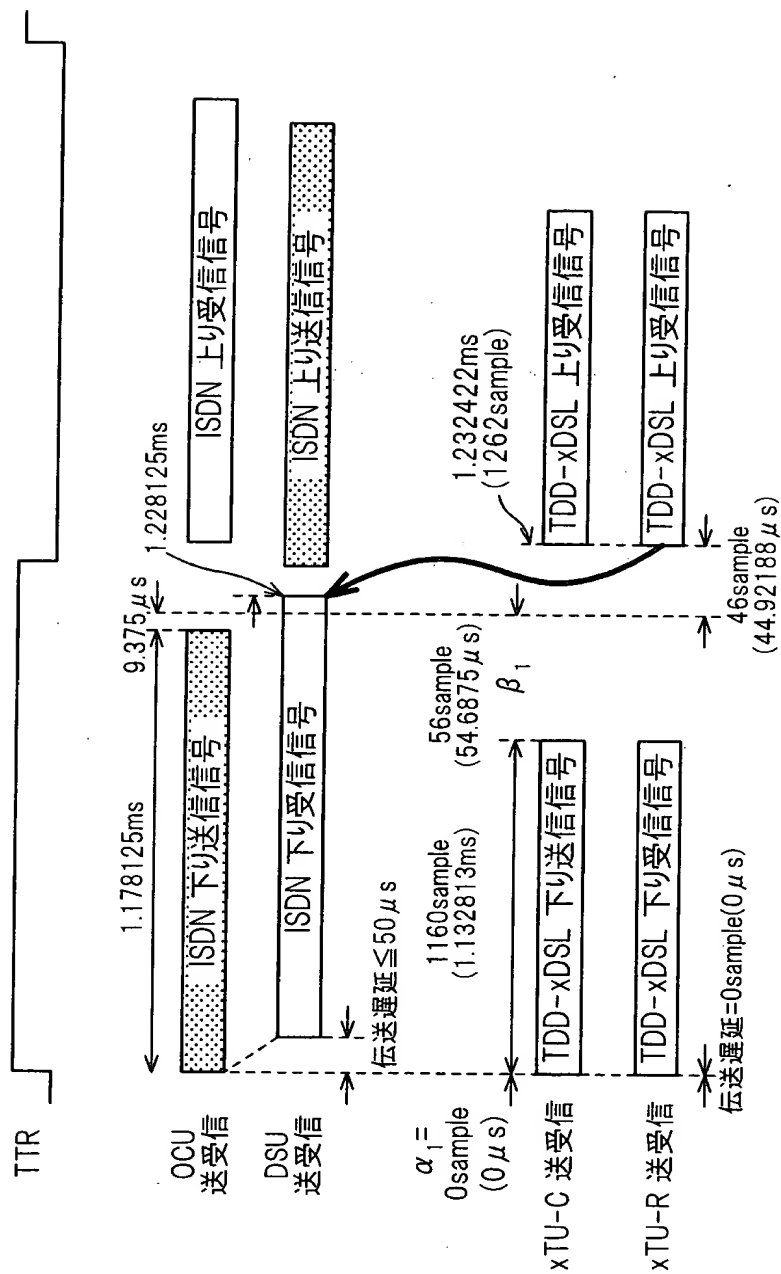


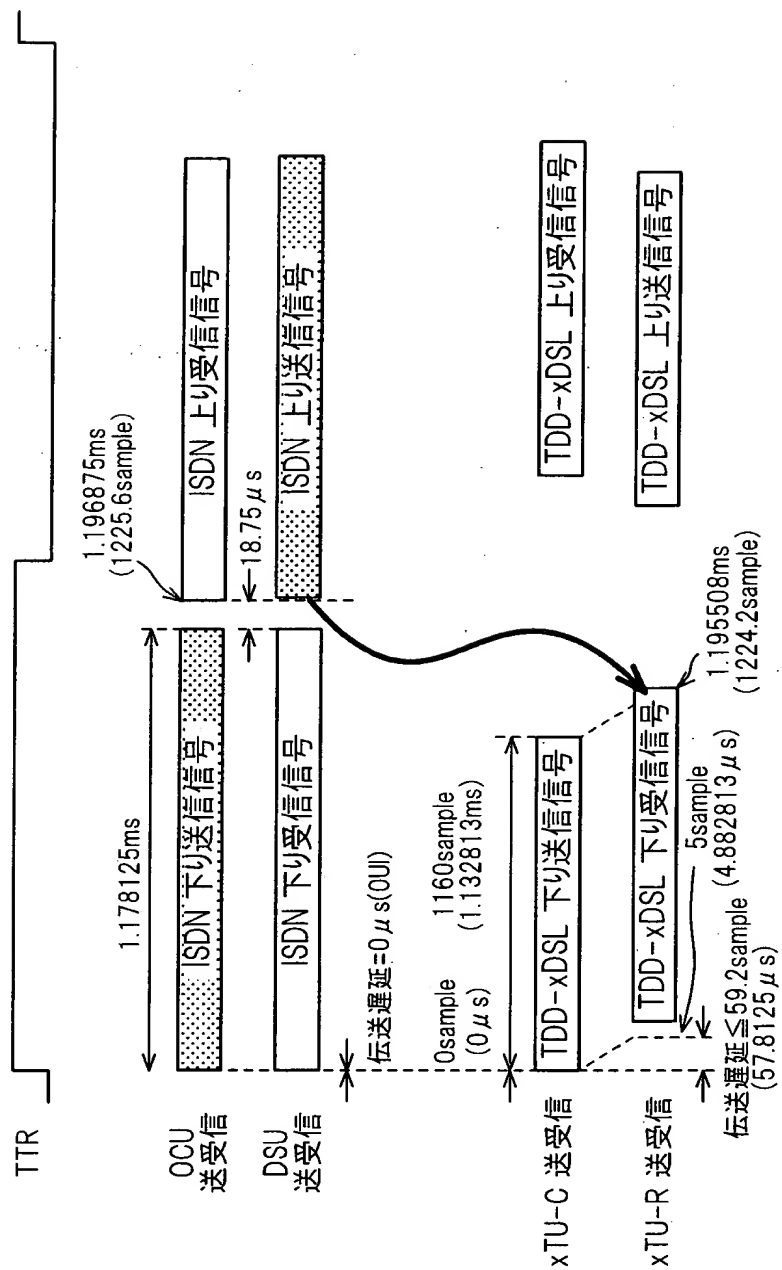


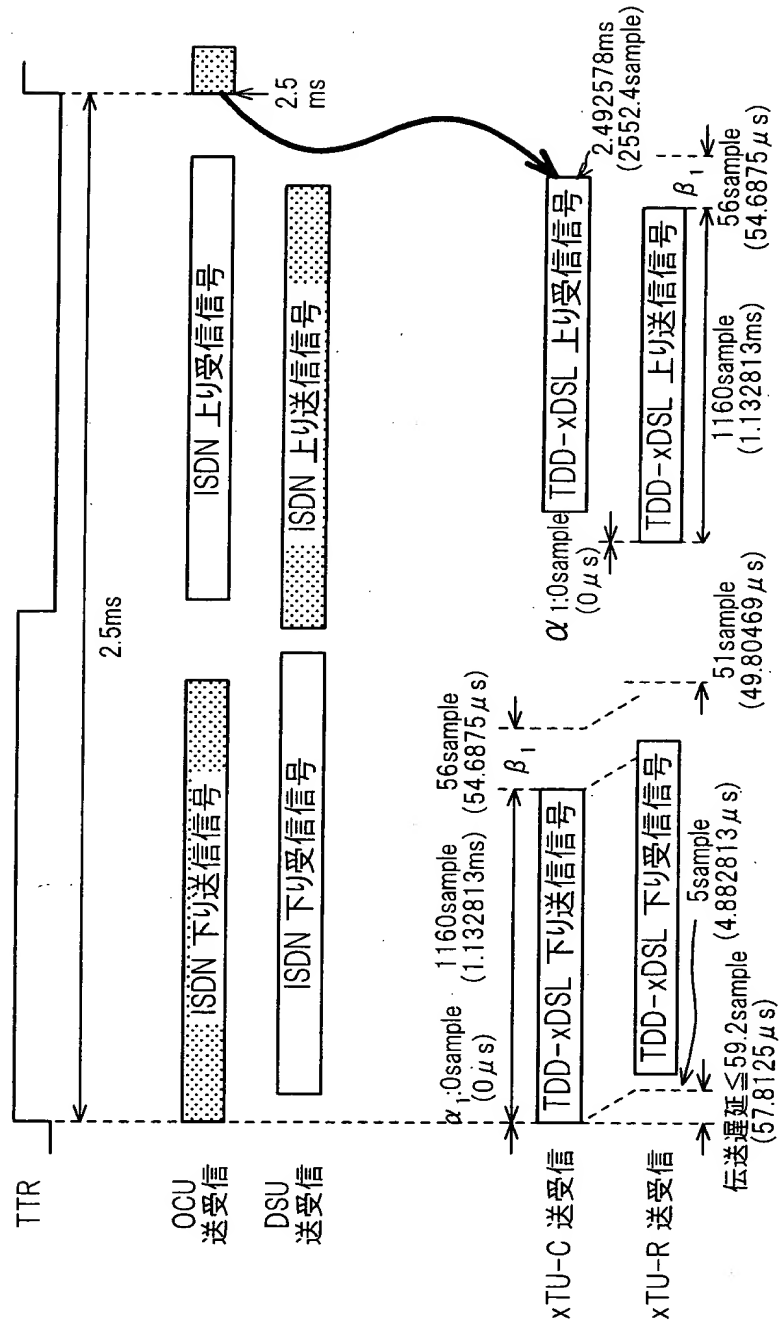






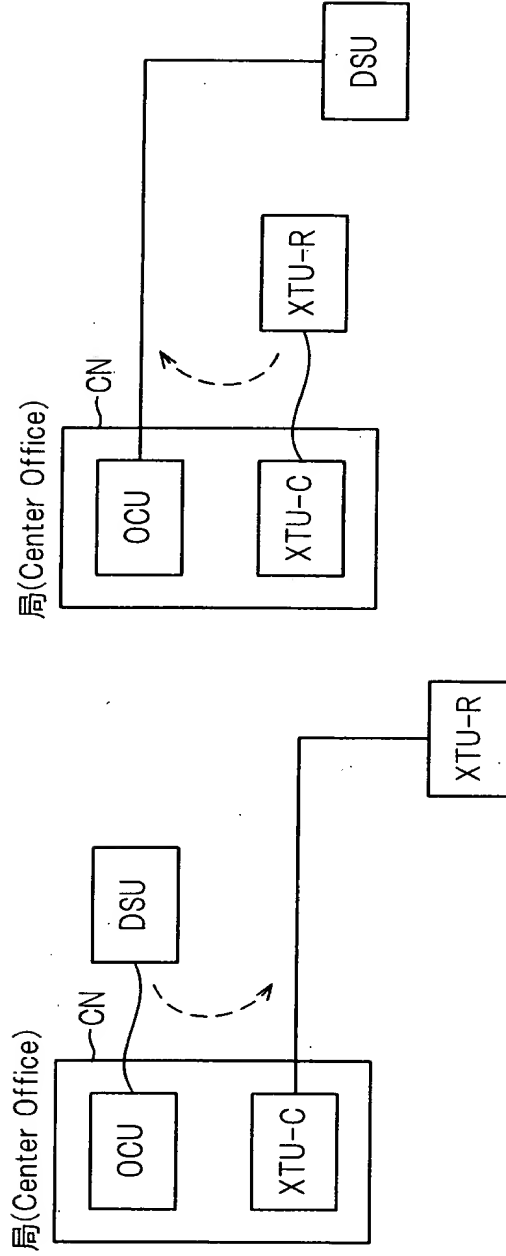






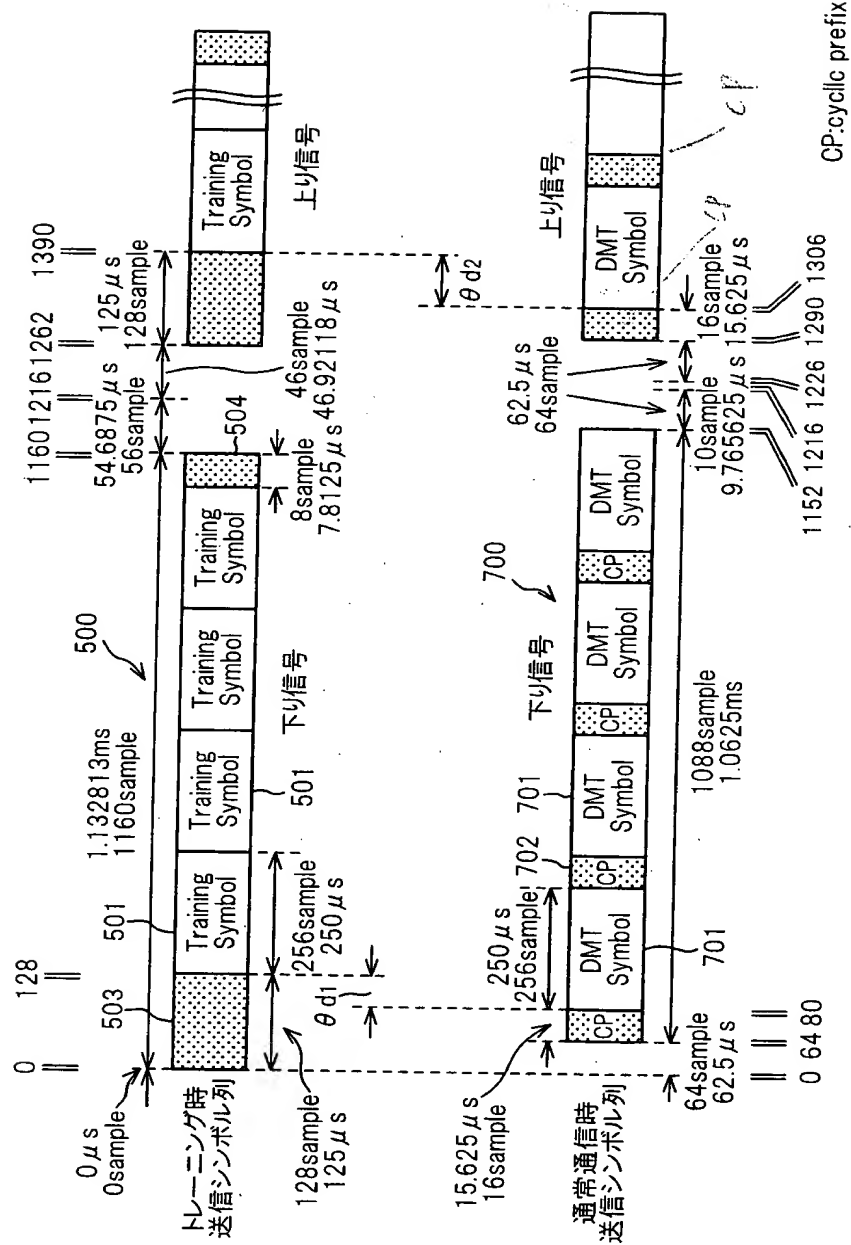
(a) ISDN回線遅延量が小で  
TDD-xDSL回線遅延量が大の場合

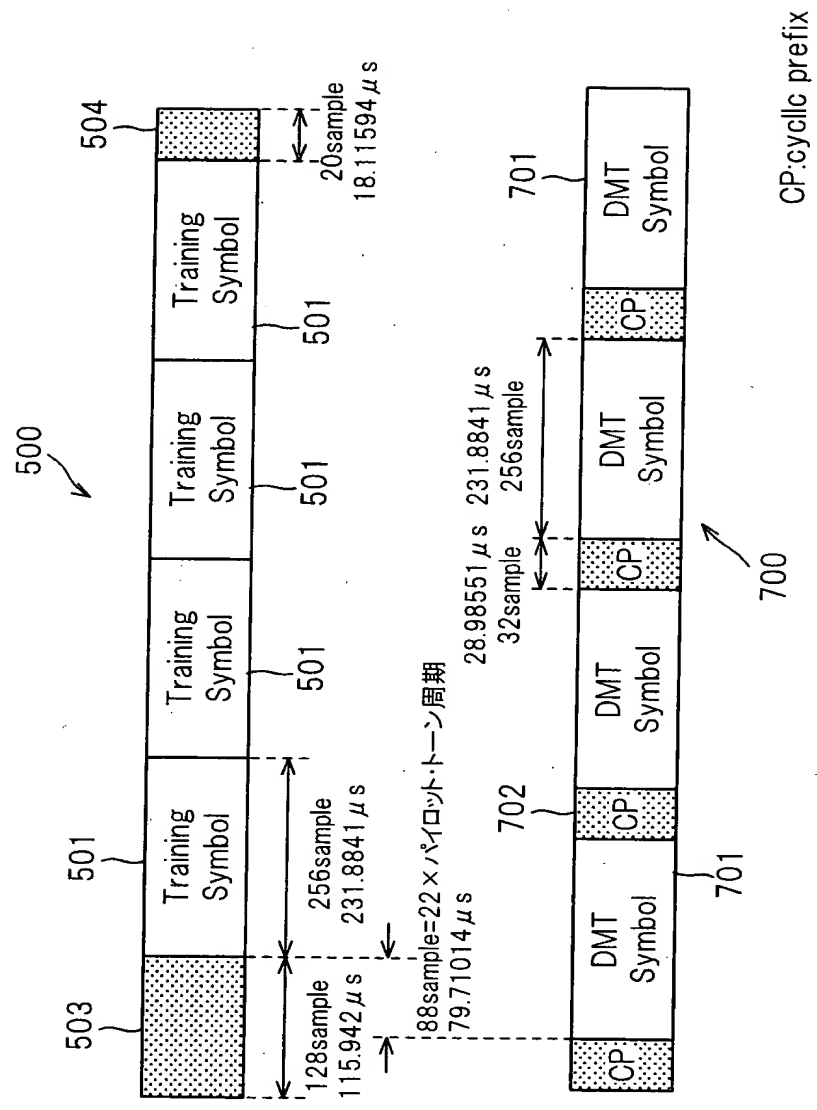
(b) ISDN回線遅延量が大で  
TDD-xDSL回線遅延量が小の場合



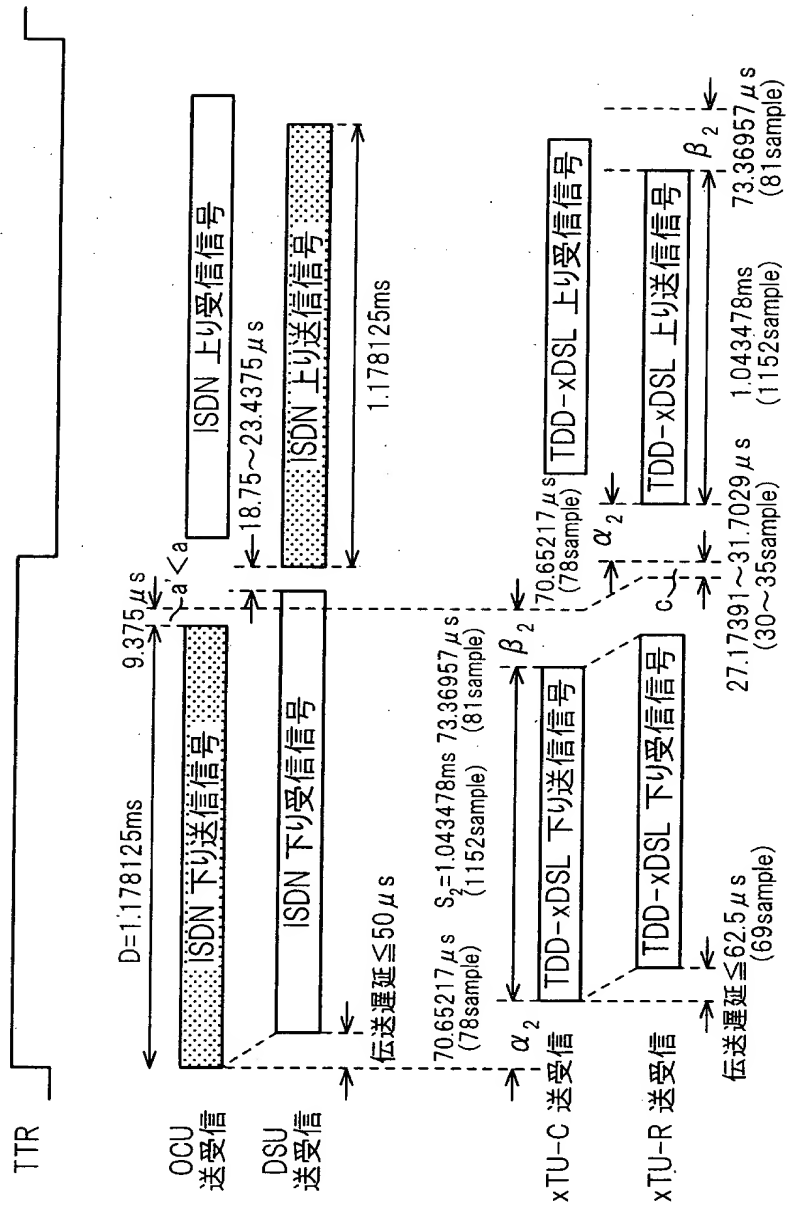


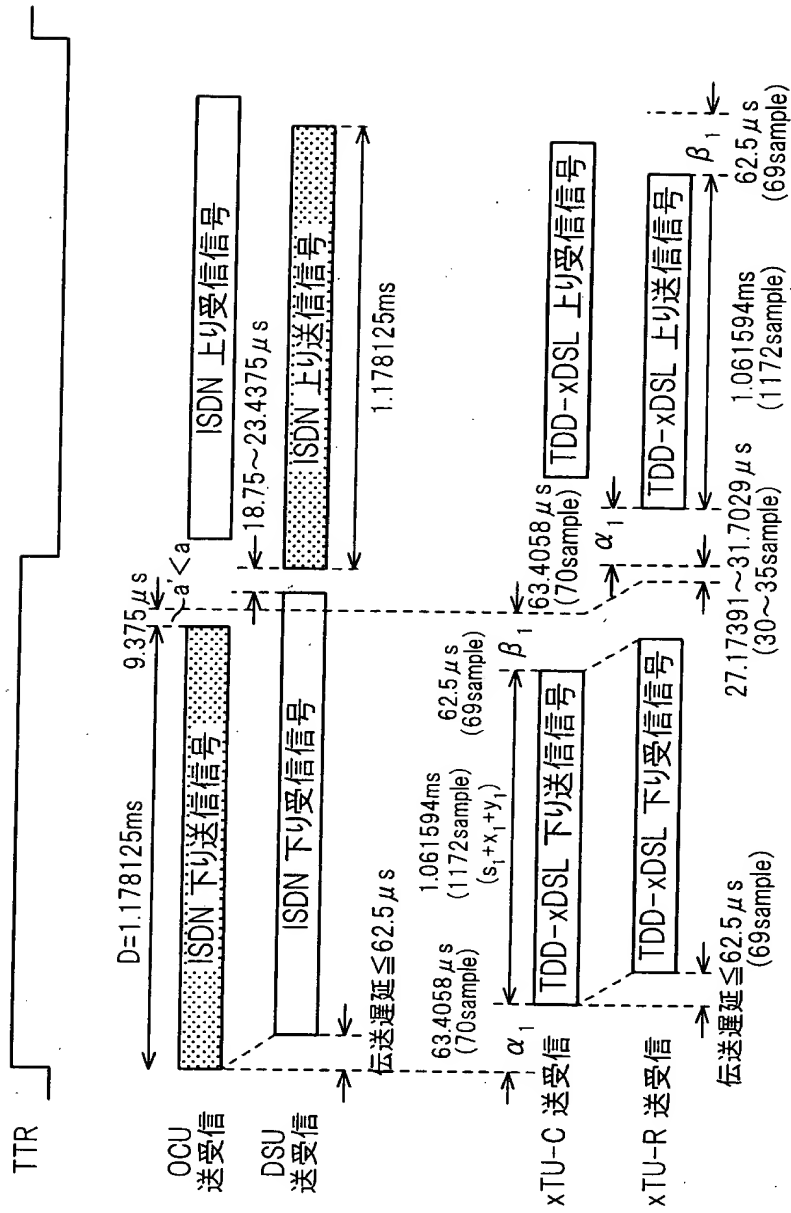
24/40  
第24図



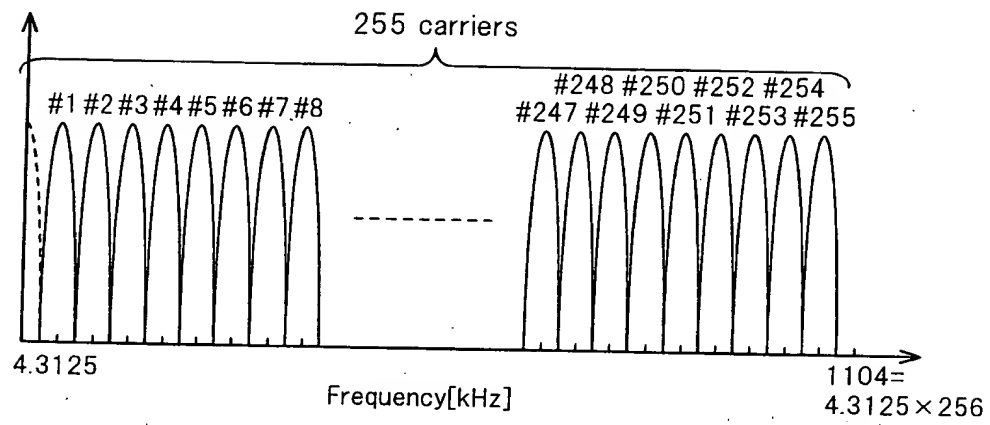


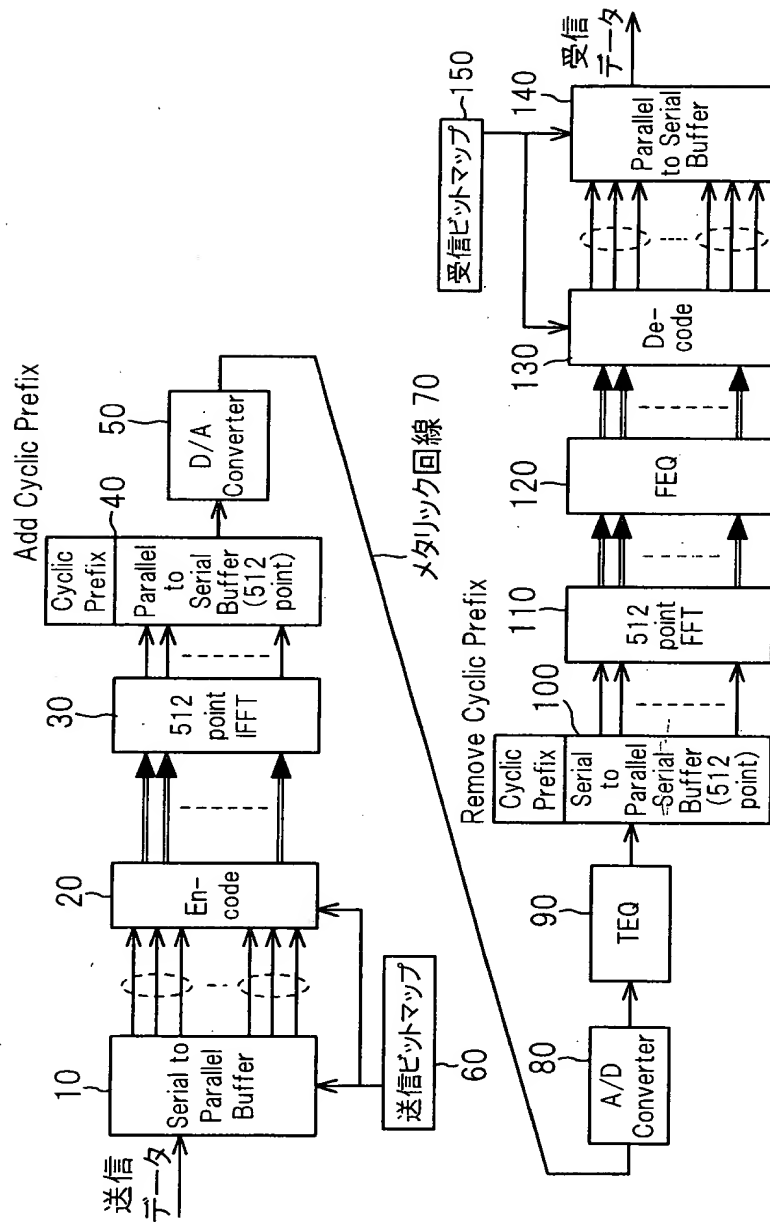
26/40  
第26図



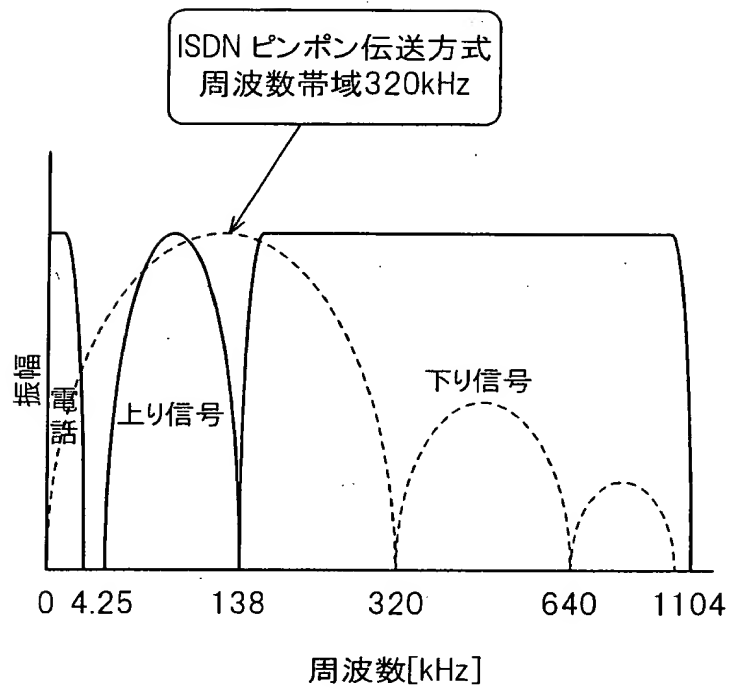


28/40  
第28図

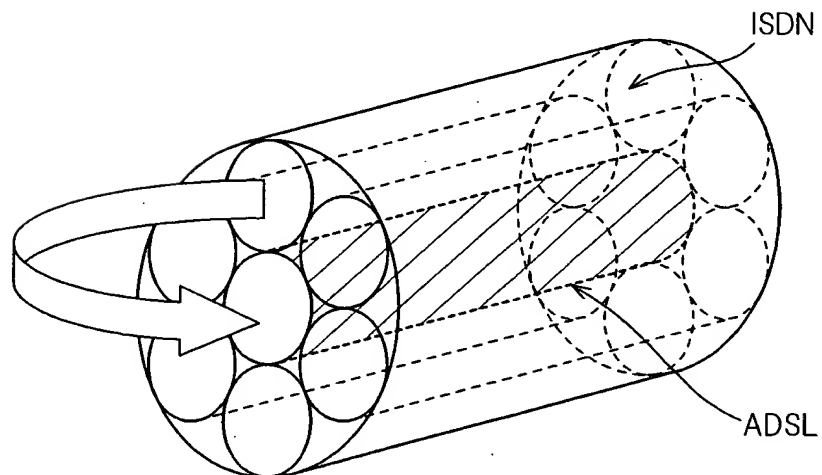


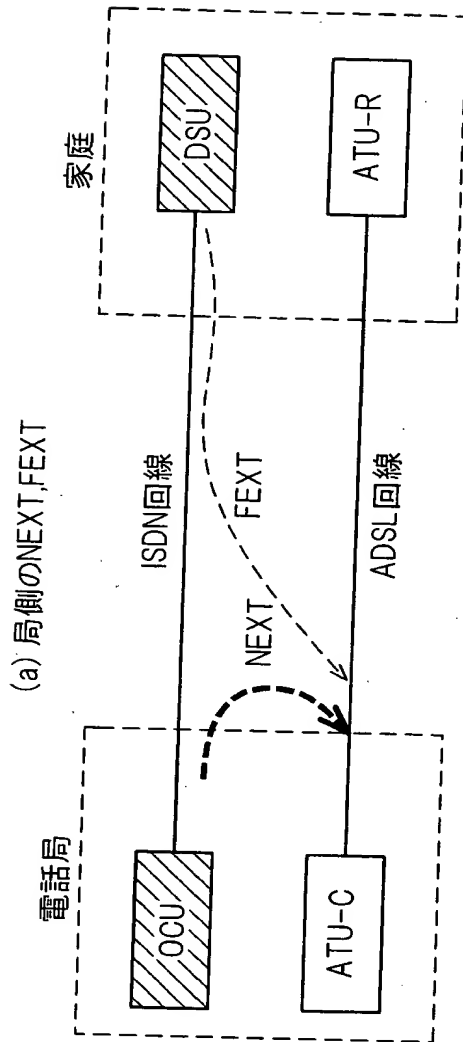


30/40  
第30図

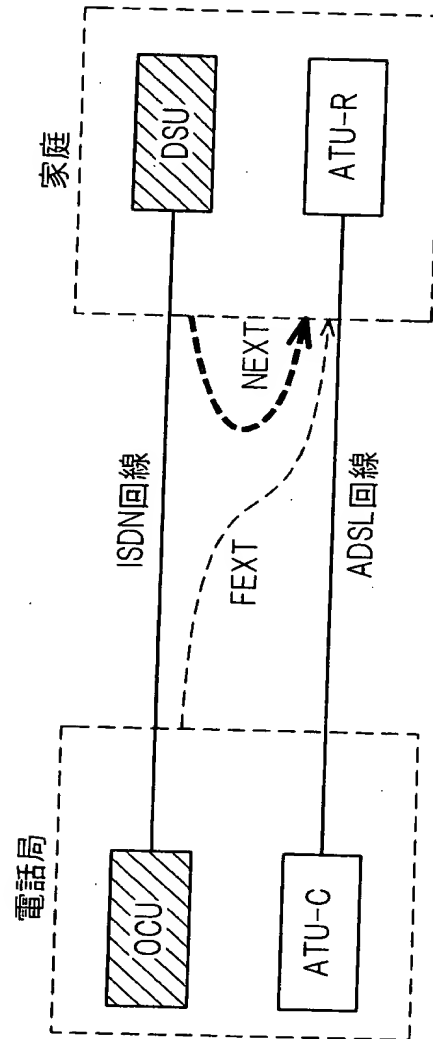


第31図

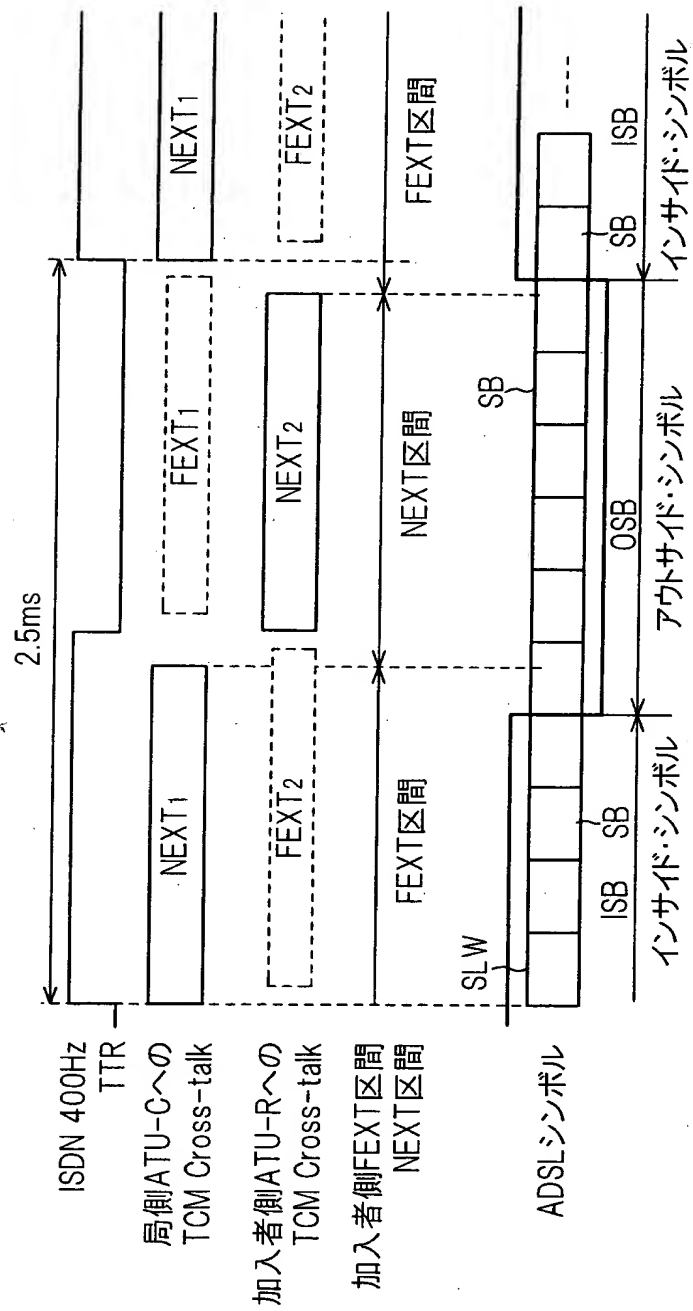


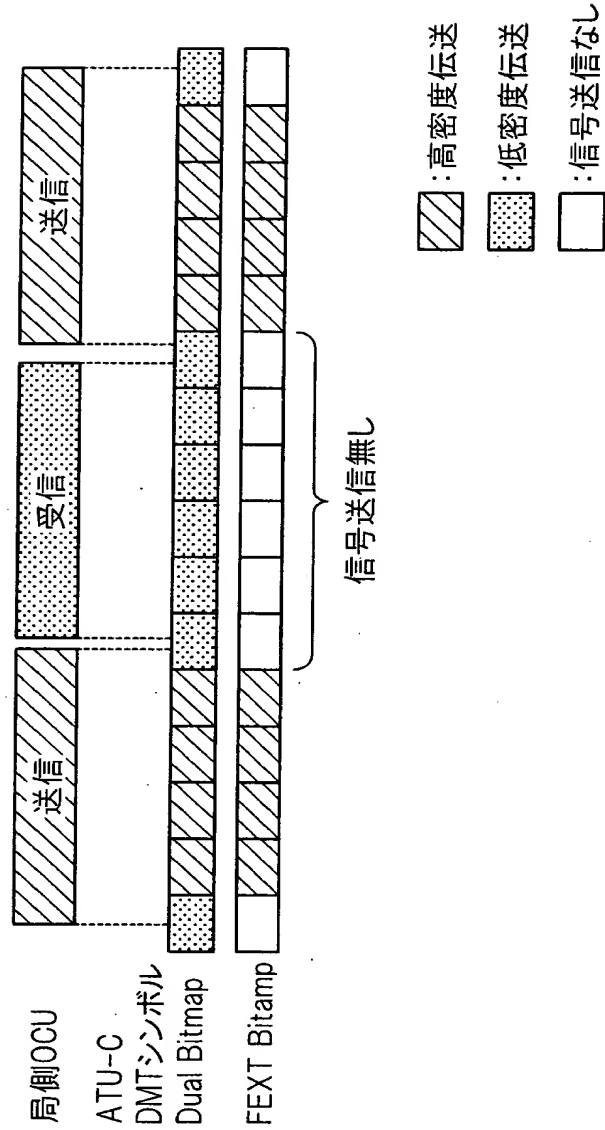


(b) 加入者側のNEXT,FEXT

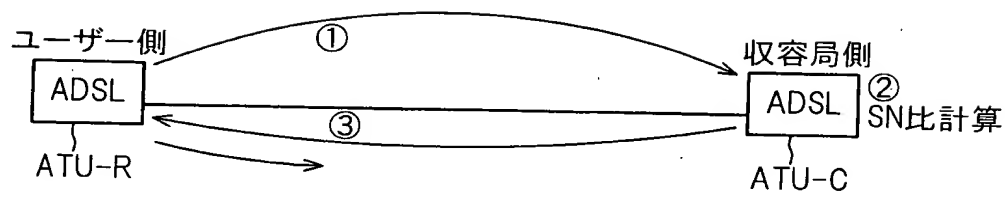


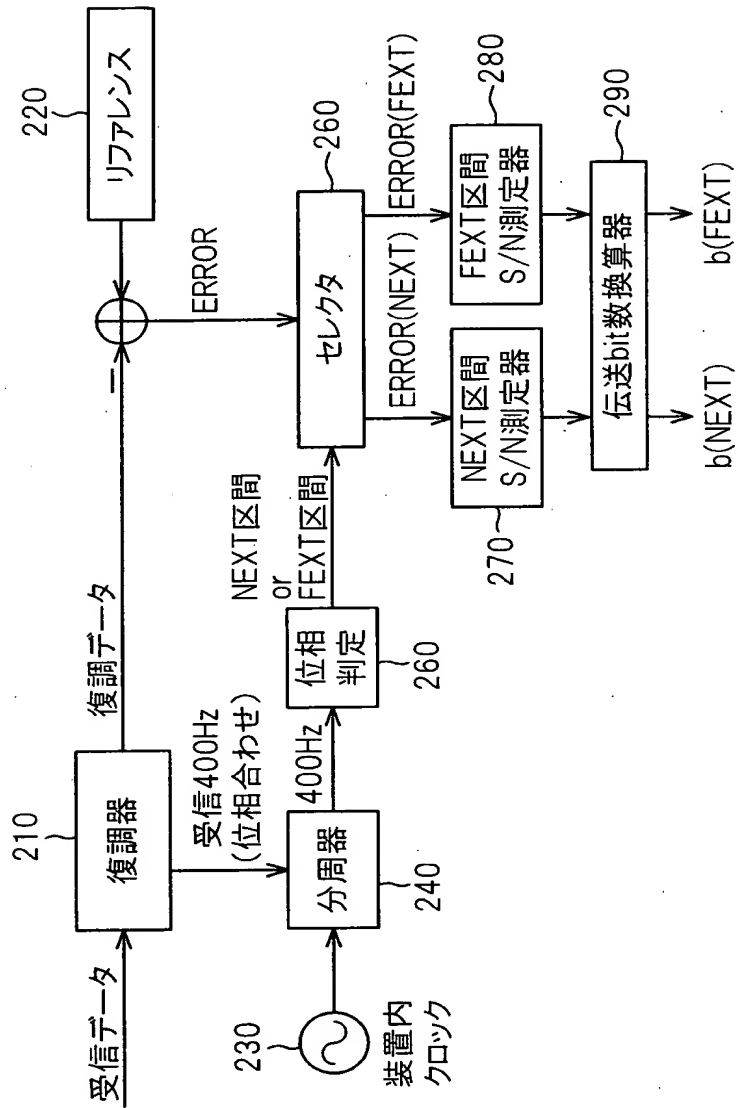


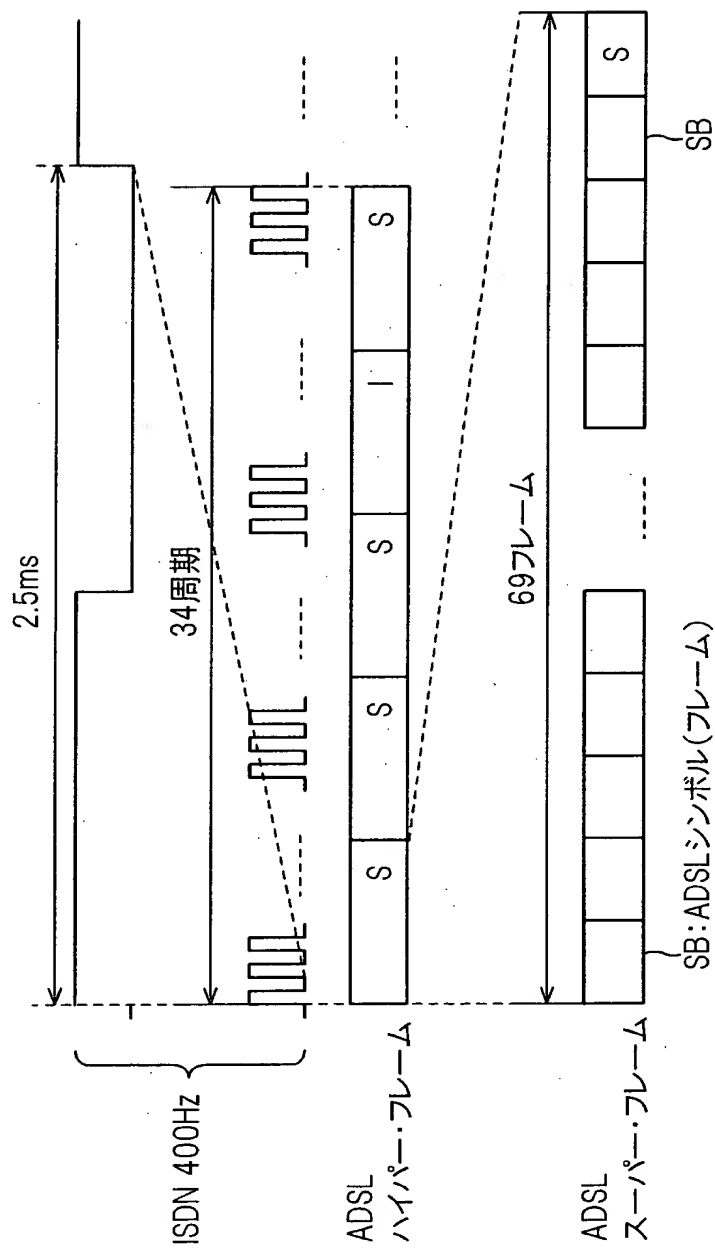


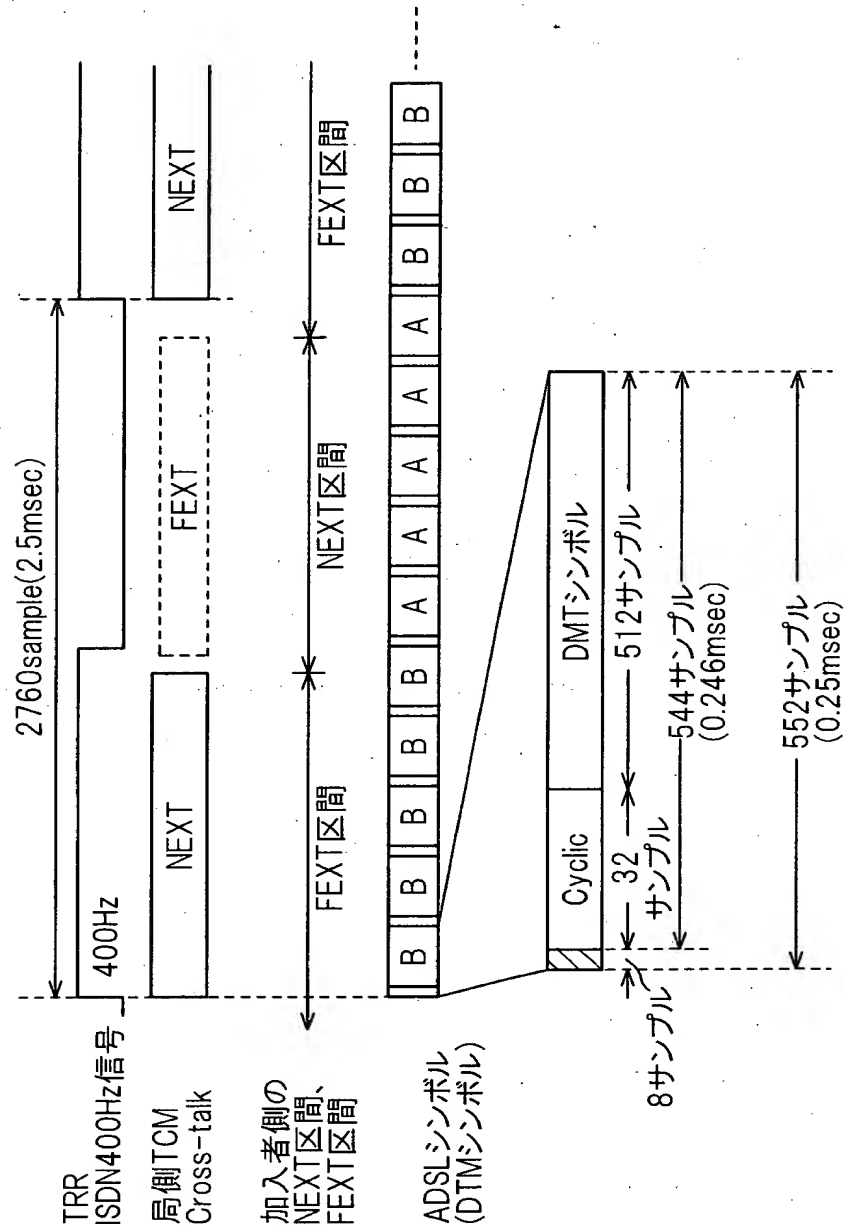


34/40  
第35図

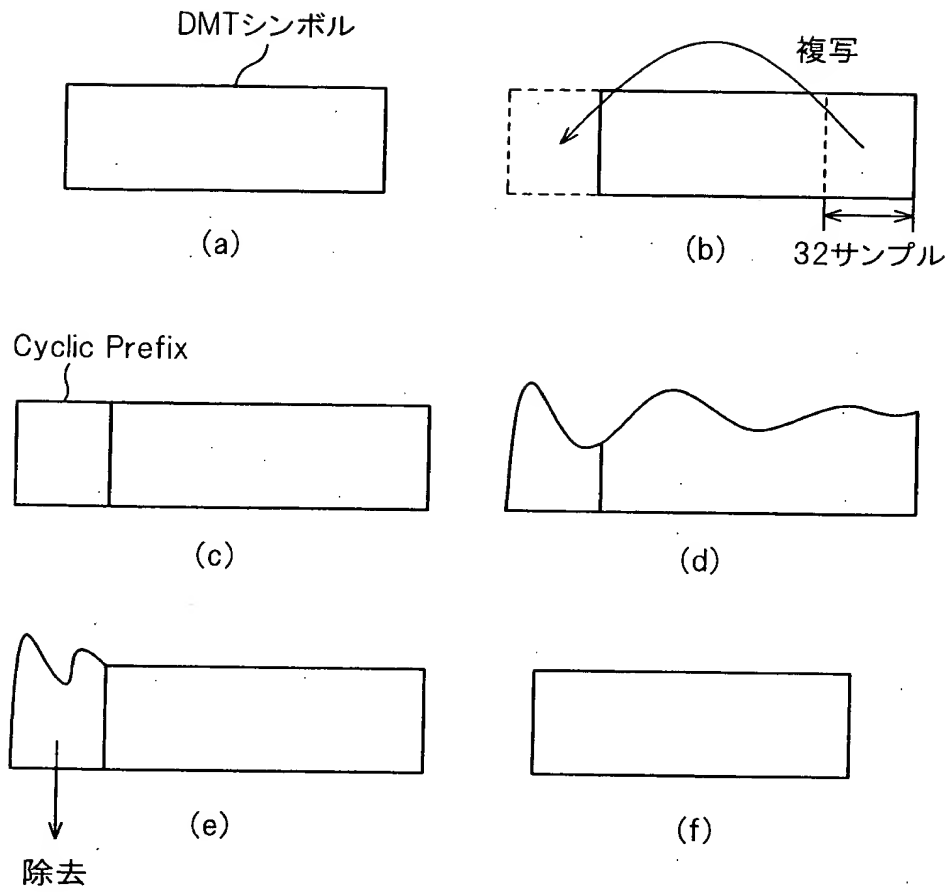


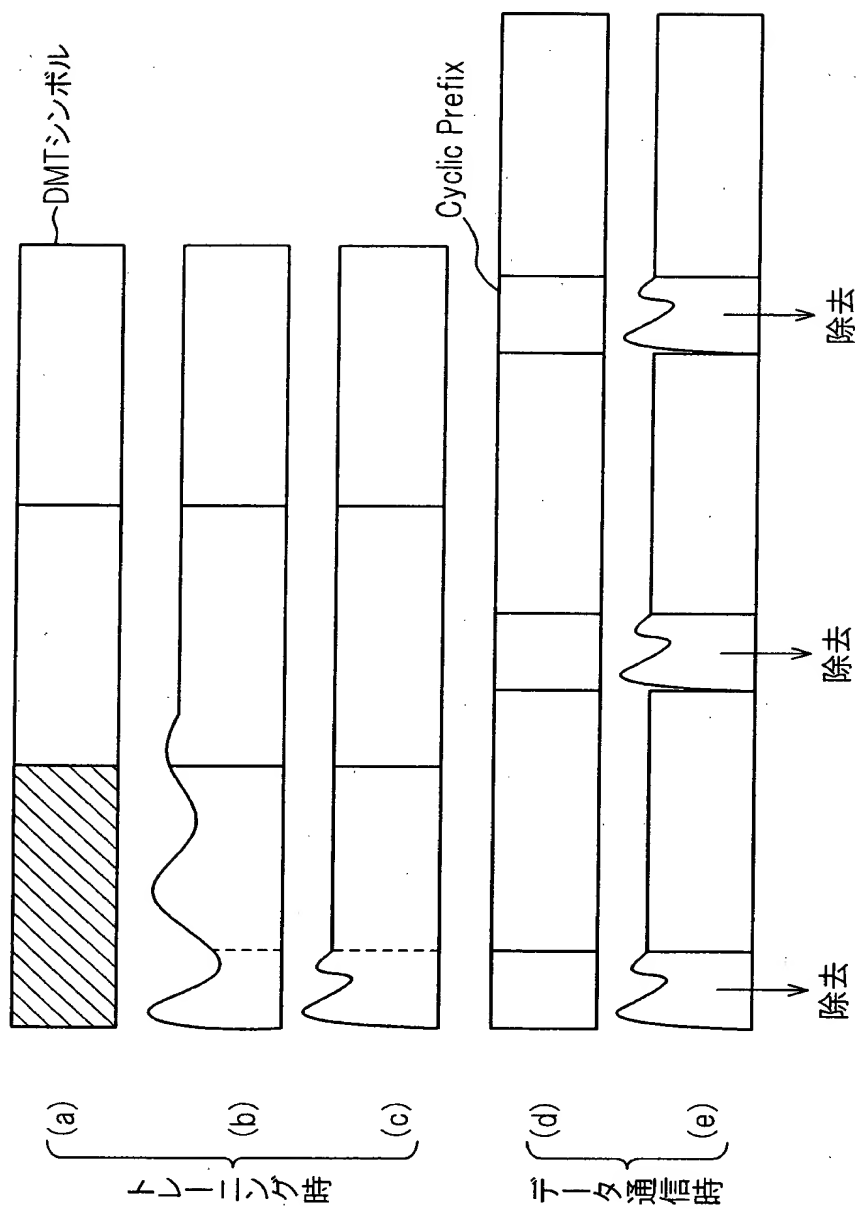






39/40  
第40図







特許協力条約に基づく国際出願願書(願書付属  
書-手数料計算用紙)

9902040

原本(出願用) - 印刷日時 1999年05月21日 (21. 05. 1999) 金曜日 11時05分44秒

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄		
0-1	国際出願番号		
0-2	受理官庁の日付印		
0-4	(付属書) この特許協力条約に基づく 国際出願願書付属書(様式 - PCT/R0/101(Annex))は、 右記によって作成された。		PCT-EASY Version 2.83 (updated 01. 03. 1999)
0-9	出願人又は代理人の書類記 号	9902040	
2	出願人	富士通株式会社	
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計(JPY)
12-1	送付手数料 T	⇒	18, 000
12-2	調査手数料 S	⇒	77, 000
12-3	国際手数料 基本手数料 (最初の30枚まで) b1	54, 800	
12-4	30枚を越える用紙の枚数	57	
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	1, 300	
12-6	合計の手数料 b2	74, 100	
12-7	b1 + b2 = B	128, 900	
12-8	指定手数料 国際出願に含まれる指定国 数	3	
12-9	支払うべき指定手数料の数 (上限は10)	3	
12-10	1指定当たりの手数料 (X)	12, 600	
12-11	合計の指定手数料 D	37, 800	
12-12	PCT-EASYによる料金の 減額 R	-16, 900	
12-13	国際手数料の合計 (B+D-R) I	⇒	149, 800
12-17	納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	244, 800
12-19	支払方法	送付手数料: 特許印紙 調査手数料: 特許印紙 国際手数料: 銀行口座への振込み 優先権証明書請求手数料:	

EASYによるチェック結果と出願人による言及

13-2-2	EASYによるチェック結果 指定国	Green? より多くの指定が可能です。確認してください。
13-2-4	EASYによるチェック結果 優先権	Green? 優先権の主張が一つもなされていませんが、よろ しいですか?

特許協力条約に基づく国際出願願書(願書付属  
書一手数料計算用紙)

9902040

原本(出願用) - 印刷日時 1999年05月21日 (21.05.1999) 金曜日 11時05分44秒

13-2-6	EASYによるチェック結果 内訳	Green? 添付書類“包括委任状の写し”の包括委任状番号が 記入されていません。
13-2-10	EASYによるチェック結果 受理官庁/国際事務局記入 欄	Green? この願書を作成したPCT-EASYは英語版ないし西欧 言語版以外のWindows上で動作しています。ASCII 文字以外の文字について、願書と電子データを注 意して比較してください。

包 括 委 任 状

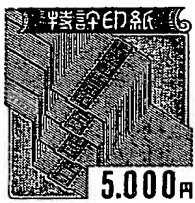
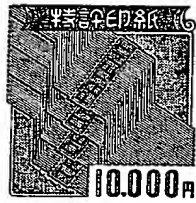
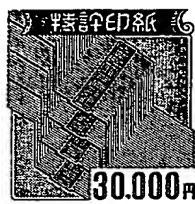
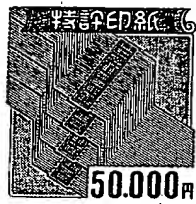
平成 8 年 8 月 13 日

私儀 弁理士 齋藤千幹 氏  
を代理人と定めて下記の権限を委任します。

1. 特許協力条約に基づくすべての国際出願に関する一切の件
2. 上記出願又は指定国の指定を取り下げる件
3. 上記出願に対する国際予備審査の請求に関する一切の件並びに  
選択国の選択を取り下げる件

あて名 〒211 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
名 称 富 士 通 株 式 会 社  
代表取締役社長 関澤 義





(95,000 円)

# ご利用明細

ご来店いただき  
ありがとうございます。



年月日	取扱店番	お取引内容
110521	0428	お振込み
受付通番	銀行番号	支店番号
0215		
お取扱金種	お取引金額	
万円 15 千円 0 円 0	¥149,800*	
500円 0 100円 0 50円 0 10円 0		
お取扱い できない場合	残高	
時間 13.32	指定手数料	おつり
		¥200*
東京三菱銀行 内幸町支店 普通 0473286 WIPO-PCT GENEVA 様 サイトウトツキヨシ ムシヨ サイトウチモト 様 043-271-8176		



基本手数料: ¥128,900.-

指定手数料: ¥37,800.-

PCT-EASY出願による減額: ¥16,900.-



Creation date: 09-14-2004  
Indexing Officer: YNEGASH - YODIT NEGASH  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09671468

Legal Date: 10-21-2003

No.	Dccode	Number of pages
1	C.AD	2

Total number of pages: 2

Remarks:

Order of re-scan issued on .....